

**KUALITAS MINYAK JELANTAH HASIL PEMURNIAN  
MENGUNAKAN BERBAGAI JENIS ADSORBEN DAN VARIASI  
WAKTU ADSORPSI BERDASARKAN SIFAT KIMIA, FISIK DAN  
ORGANOLEPTIK**

---

**TUGAS AKHIR**

---

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Sidang Sarjana Strata-1  
Program Studi Teknologi Pangan*

Oleh:

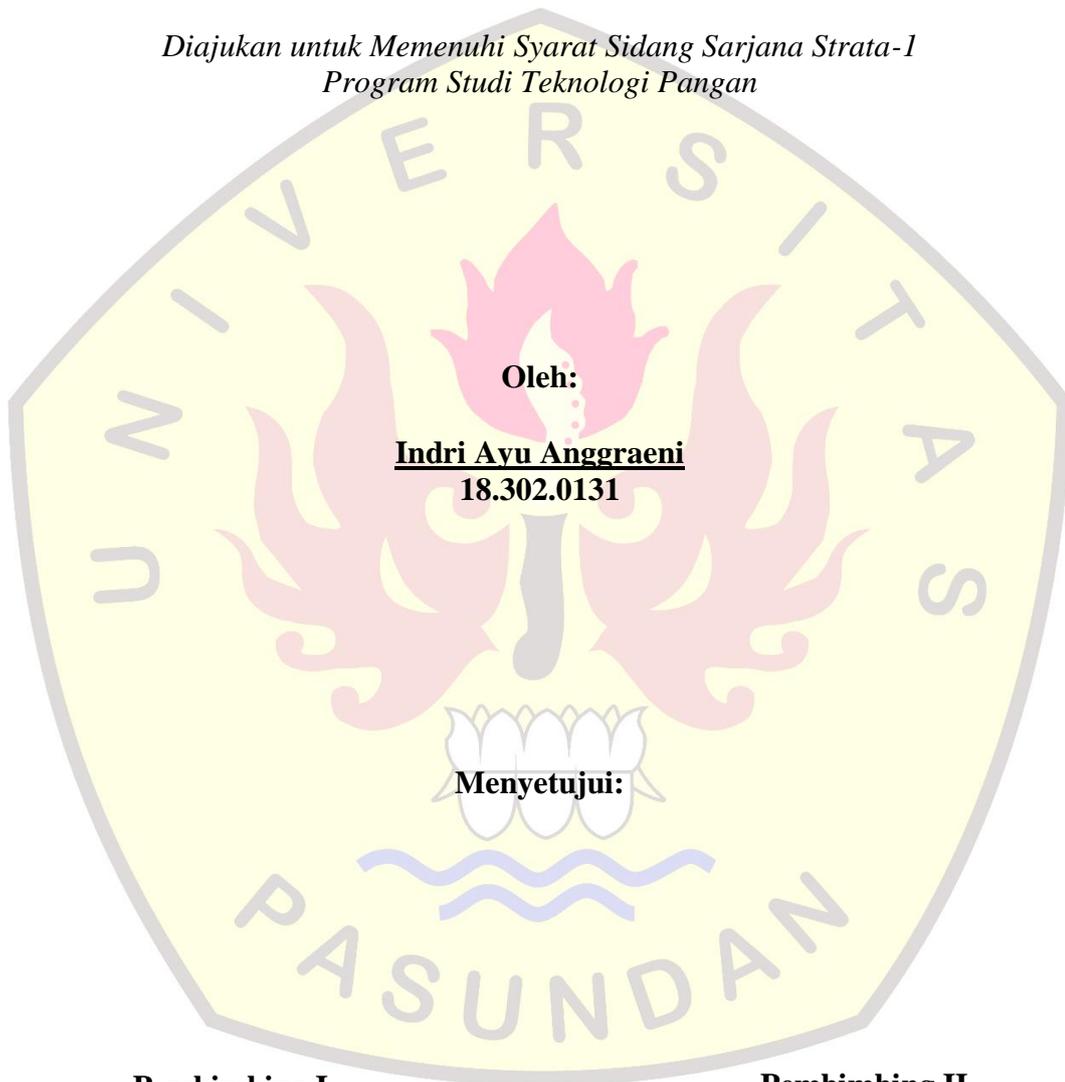
**Indri Ayu Anggraeni**  
**18.302.0131**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PASUNDAN  
BANDUNG  
2023**

**KUALITAS MINYAK JELANTAH HASIL PEMURNIAN  
MENGUNAKAN BERBAGAI JENIS ADSORBEN DAN VARIASI  
WAKTU ADSORPSI BERDASARKAN SIFAT KIMIA, FISIK DAN  
ORGANOLEPTIK**

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Sidang Sarjana Strata-1  
Program Studi Teknologi Pangan*



**Oleh:**

**Indri Ayu Anggraeni**

**18.302.0131**

**Menyetujui:**

**Pembimbing I**

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, sweeping initial 'Y' followed by several vertical strokes.

**(Dr. Ir. Yudi Garnida, MP.)**

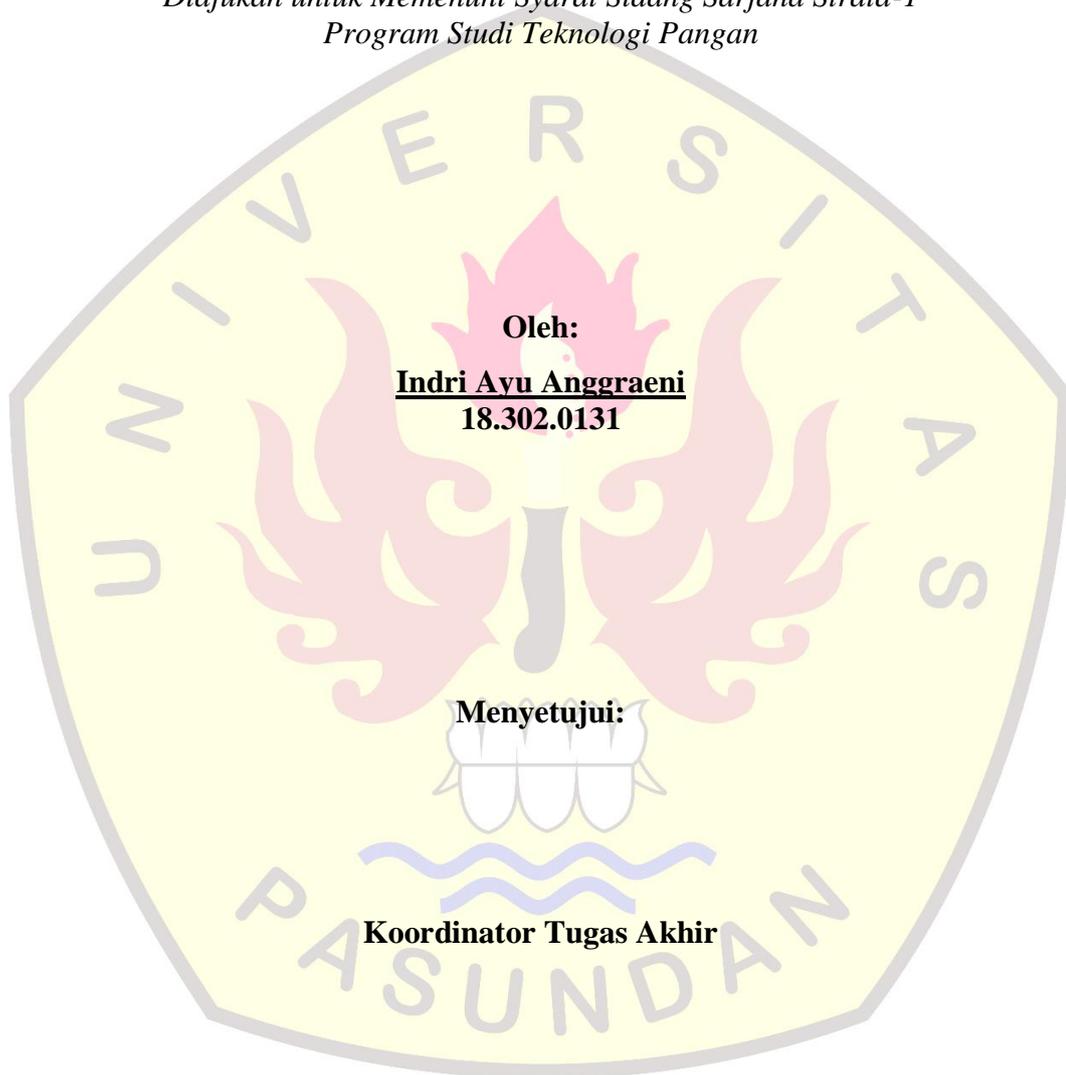
**Pembimbing II**

A handwritten signature in blue ink, featuring a large, stylized initial 'T' followed by several vertical strokes.

**(Ir. H. Thomas Gozali, MP.)**

**KUALITAS MINYAK JELANTAH HASIL PEMURNIAN  
MENGUNAKAN BERBAGAI JENIS ADSORBEN DAN VARIASI  
WAKTU ADSORPSI BERDASARKAN SIFAT KIMIA, FISIK DAN  
ORGANOLEPTIK**

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Sidang Sarjana Strata-1  
Program Studi Teknologi Pangan*



**(Dr. Yelliantty, S.Si., M.Si.)**

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan karunianya-NYA penulis dapat menyusun dan menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul **“KUALITAS MINYAK JELANTAH HASIL PEMURNIAN MENGGUNAKAN BERBAGAI JENIS ADSORBEN DAN VARIASI WAKTU ADSORPSI BERDASARKAN SIFAT KIMIA, FISIK DAN ORGANOLEPTIK”**. Tak lupa shalawat serta salam tercurah limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Penulis banyak mendapatkan tantangan dan hambatan dalam penyusunan tugas akhir ini, akan tetapi hal tersebut dapat teratasi berkat dorongan, bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak baik secara langsung maupun secara tidak langsung maka Alhamdulillah penyusunan tugas akhir ini dapat diselesaikan. Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu selama penyusunan tugas akhir ini, yaitu kepada:

1. Dr. Ir. Yudi Garnida, MP., selaku pembimbing utama yang telah membimbing, memberikan saran, meluangkan waktu, tenaga dan memberikan pengarahan dalam menyusun laporan tugas akhir.
2. Ir. H. Thomas Gozali, MP., selaku pembimbing pendamping yang telah membimbing, memberikan saran, meluangkan waktu, tenaga dan memberikan pengarahan dalam menyusun laporan tugas akhir.

3. Dr. Ir. Hj. Hasnelly, MSIE., selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk menguji, memberikan kritik dan saran untuk tugas akhir saya.
4. Dr. Ir. Yusep Ikrawan, M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan.
5. Dr. Yelliantty, S.Si., M.Si. selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknologi pangan.
6. Orang tua tercinta Dodo Nurul Huda dan Yuyun Yuningsih yang selalu ada untuk mendukung, memotivasi, serta memberikan do'a tiada henti dalam menyusun laporan tugas akhir ini.
7. Kakak kandung tersayang Windy Ayu Lestari yang selalu memberikan bantuan, semangat dan dukungannya dalam menyusun laporan tugas akhir ini.
8. Zafirah, Narita, Rafi, dan Annisa yang selalu memberikan bantuan, semangat dan dukungannya dalam menyusun laporan tugas akhir ini.
9. Teman-teman di Jurusan Teknologi Pangan angkatan 2018, khususnya untuk kelas C yang telah membantu di setiap kesempatan.
10. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang turut membantu dalam menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir dengan baik.

Akhir kata, penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam menyusun tugas akhir ini baik dari segi teknik penyajian maupun dari segi materi. Demi penyempurnaan tugas akhir ini, kritik dan saran dari semua pihak yang bersangkutan sangat diharapkan serta penulis berharap semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan umumnya bagi semua pihak yang membaca.

## DAFTAR ISI

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| KATA PENGANTAR .....                  | i   |
| DAFTAR ISI.....                       | iii |
| DAFTAR TABEL.....                     | v   |
| DAFTAR GAMBAR.....                    | ix  |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                  | x   |
| ABSTRAK.....                          | xi  |
| <i>ABSTRACT</i> .....                 | xii |
| I. PENDAHULUAN .....                  | 1   |
| 1.1 Latar Belakang.....               | 1   |
| 1.2 Identifikasi Masalah .....        | 6   |
| 1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian..... | 6   |
| 1.4 Manfaat Penelitian.....           | 7   |
| 1.5 Kerangka Pemikiran.....           | 7   |
| 1.6 Hipotesis Penelitian.....         | 19  |
| 1.7 Waktu dan Tempat Penelitian ..... | 19  |
| II. TINJAUAN PUSTAKA.....             | 20  |
| 2.1 Jenis Adsorben.....               | 20  |
| 2.1.1 Bentonit.....                   | 20  |
| 2.1.2 Zeolit.....                     | 22  |
| 2.2 Adsorpsi.....                     | 24  |
| 2.3 Minyak Jelantah.....              | 26  |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 2.4   | Pemurnian Minyak Jelantah .....                   | 29 |
| III.  | METODOLOGI PENELITIAN.....                        | 32 |
| 3.1   | Bahan dan Alat .....                              | 32 |
| 3.1.1 | Bahan-bahan Penelitian.....                       | 32 |
| 3.1.2 | Alat-alat Penelitian.....                         | 32 |
| 3.2   | Metode Penelitian.....                            | 32 |
| 3.2.1 | Rancangan Perlakuan .....                         | 34 |
| 3.2.2 | Rancangan Percobaan .....                         | 34 |
| 3.2.3 | Rancangan Analisis.....                           | 36 |
| 3.2.4 | Rancangan Respon.....                             | 37 |
| 3.3   | Prosedur Penelitian.....                          | 38 |
| IV.   | HASIL DAN PEMBAHASAN.....                         | 43 |
| 4.1   | Hasil dan Pembahasan Penelitian Pendahuluan ..... | 43 |
| 4.2   | Hasil dan Pembahasan Penelitian Utama .....       | 49 |
| 4.2.1 | Respon Organoleptik.....                          | 49 |
| 4.2.2 | Respon Fisik.....                                 | 52 |
| 4.2.3 | Respon Kimia.....                                 | 58 |
| V.    | KESIMPULAN DAN SARAN .....                        | 68 |
| 5.1   | Kesimpulan.....                                   | 69 |
| 5.2   | Saran.....  | 70 |
|       | DAFTAR PUSTAKA .....                              | 71 |
|       | LAMPIRAN.....                                     | 78 |

## DAFTAR TABEL

| <b>Tabel</b>  | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| 1. Model Rancangan Percobaan Pola Faktorial 2x3 dengan Rancangan Acak Kelompok 4 kali ulangan .....                             | 35             |
| 2. Denah (Layout) Pola Faktorial 2x3 dalam Rancangan Acak Kelompok dan 24 percobaan dengan metode angka acak .....              | 36             |
| 3. Analisis Variansi Percobaan dengan RAK .....   | 36             |
| 4. Tabel Skala Penilaian Uji Hedonik .....  | 38             |
| 5. Hasil Analisis Penelitian Pendahuluan.....   | 43             |
| 6. Pengaruh Interaksi Jenis Adsorben (J) dan Waktu Adsorpsi (W) terhadap Respon Organoleptik Atribut Warna Minyak Jelantah..... | 50             |
| 7. Pengaruh Interaksi Jenis Adsorben (J) dan Waktu Adsorpsi (W) terhadap Intensitas Warna (abs).....                            | 55             |
| 8. Komposisi Kimia Bentonit.....  | 57             |
| 9. Komposisi Kimia Zeolit.....  | 57             |
| 10. Pengaruh Interaksi Jenis Adsorben (J) dan Waktu Adsorpsi (W) terhadap Kadar Asam Lemak Bebas (%).....                       | 60             |
| 11. Komposisi Kimia bentonit .....  | 61             |
| 12. Komposisi Kimia Zeolit.....   | 62             |
| 13. Pengaruh Interaksi Jenis Adsorben (J) dan Waktu Adsorpsi (W) terhadap Angka Peroksida (mek O <sub>2</sub> /kg).....         | 65             |
| 14. Komposisi Kimia bentonit .....  | 66             |
| 15. Komposisi Kimia Zeolit.....   | 66             |
| 16. Syarat Mutu Minyak Goreng .....   | 68             |
| 17. Trial Kekeruhan Minyak Jelantah Hasil Pemurnian Oleh Bentonit.....  | 86             |

|  |     |
|--|-----|
| 18. Hasil Pengamatan Analisis Organoleptik Penelitian Pendahuluan<br>Atribut Warna.....              | 87  |
| 19. Hasil Pengamatan Analisis Organoleptik Penelitian Pendahuluan<br>Atribut Aroma .....             | 88  |
| 20. Hasil Pengamatan Analisis Organoleptik Penelitian Utama Atribut<br>Warna (Ulangan 1).....        | 90  |
| 21. Hasil Pengamatan Analisis Organoleptik Penelitian Utama Atribut<br>Warna (Ulangan 2).....        | 91  |
| 22. Hasil Pengamatan Analisis Organoleptik Penelitian Utama Atribut<br>Warna (Ulangan 3).....        | 92  |
| 23. Hasil Pengamatan Analisis Organoleptik Penelitian Utama Atribut<br>Warna (Ulangan 4).....        | 93  |
| 24. Hasil Perhitungan Data Asli Analisis Organoleptik Penelitian Utama<br>Atribut Warna.....         | 94  |
| 25. Hasil Perhitungan Data Transformasi Analisis Organoleptik Penelitian<br>Utama Atribut Warna..... | 94  |
| 26. Analisis Variansi (ANAVA) Organoleptik Atribut Warna Penelitian<br>Utama .....                   | 96  |
| 27. Uji Lanjut Duncan Analisis Organoleptik Atribut Warna Faktor J .....                             | 97  |
| 28. Uji Lanjut Duncan Analisis Organoleptik Atribut Warna Faktor W .....                             | 97  |
| 29. Uji Lanjut Duncan Interaksi Faktor J dan W terhadap Analisis<br>Organoleptik Atribut Warna ..... | 98  |
| 30. Uji Lanjut Dwi Arah Analisis Organoleptik Atribut Warna Faktor J<br>terhadap W .....             | 99  |
| 31. Uji Lanjut Dwi Arah Analisis Organoleptik Atribut Warna Faktor W<br>terhadap J .....             | 99  |
| 32. Hasil Uji Lanjut Dwi Arah Analisis Organoleptik Atribut Warna .....                              | 100 |
| 33. Hasil Pengamatan Analisis Organoleptik Penelitian Utama Atribut<br>Aroma (Ulangan 1) .....       | 101 |

|  |     |
|--|-----|
| 34. Hasil Pengamatan Analisis Organoleptik Penelitian Utama Atribut Aroma (Ulangan 2) .....        | 102 |
| 35. Hasil Pengamatan Analisis Organoleptik Penelitian Utama Atribut Aroma (Ulangan 3) .....        | 103 |
| 36. Hasil Pengamatan Analisis Organoleptik Penelitian Utama Atribut Aroma (Ulangan 4) .....        | 104 |
| 37. Hasil Perhitungan Data Asli Analisis Organoleptik Penelitian Utama Atribut Aroma .....         | 105 |
| 38. Hasil Perhitungan Data Transformasi Analisis Organoleptik Penelitian Utama Atribut Aroma ..... | 105 |
| 39. Analisis Variansi (ANAVA) Organoleptik Atribut Aroma Penelitian Utama .....                    | 107 |
| 40. Hasil Perhitungan Analisis Intensitas Warna Penelitian Utama .....                             | 108 |
| 41. Analisis Variansi (ANAVA) Intensitas Warna Penelitian Utama .....                              | 110 |
| 42. Uji Lanjut Duncan Analisis Intensitas Warna Faktor J.....                                      | 110 |
| 43. Uji Lanjut Duncan Analisis Intensitas Warna Faktor W .....                                     | 111 |
| 44. Uji Lanjut Duncan Interaksi Faktor J dan W terhadap Analisis Intensitas Warna .....            | 112 |
| 45. Uji Lanjut Dwi Arah Analisis Intensitas Warna Faktor J terhadap W.....                         | 113 |
| 46. Uji Lanjut Dwi Arah Analisis Intensitas Warna Faktor W terhadap J.....                         | 113 |
| 47. Hasil Uji Lanjut Dwi Arah Analisis Intensitas Warna.....                                       | 114 |
| 48. Hasil Perhitungan Analisis Kadar Asam Lemak Bebas Penelitian Utama .....                       | 115 |
| 49. Analisis Variansi (ANAVA) Kadar Asam Lemak Bebas Penelitian Utama .....                        | 117 |
| 50. Uji Lanjut Duncan Analisis Kadar Asam Lemak Bebas Faktor J.....                                | 117 |
| 51. Uji Lanjut Duncan Analisis Kadar Asam Lemak Bebas Faktor W .....                               | 118 |

|  |     |
|--|-----|
| 52. Uji Lanjut Duncan Interaksi Faktor J dan W terhadap Analisis Kadar Asam Lemak Bebas..... | 119 |
| 53. Uji Lanjut Dwi Arah Analisis Kadar Asam Lemak Bebas Faktor J terhadap W .....            | 120 |
| 54. Uji Lanjut Dwi Arah Analisis Kadar Asam Lemak Bebas Faktor W terhadap J .....            | 120 |
| 55. Hasil Uji Lanjut Dwi Arah Analisis Kadar Asam Lemak Bebas.....                           | 121 |
| 56. Hasil Perhitungan Analisis Angka Peroksida Penelitian Utama.....                         | 122 |
| 57. Analisis Variansi (ANOVA) Angka Peroksida Penelitian Utama.....                          | 124 |
| 58. Uji Lanjut Duncan Analisis Angka Peroksida Faktor J .....                                | 124 |
| 59. Uji Lanjut Duncan Analisis Angka Peroksida Faktor W .....                                | 125 |
| 60. Uji Lanjut Duncan Interaksi Faktor J dan W terhadap Analisis Angka Peroksida.....        | 126 |
| 61. Uji Lanjut Dwi Arah Analisis Angka Peroksida Faktor J terhadap W .....                   | 127 |
| 62. Uji Lanjut Dwi Arah Analisis Angka Peroksida Faktor W terhadap J.....                    | 127 |
| 63. Hasil Uji Lanjut Dwi Arah Analisis Angka Peroksida .....                                 | 128 |

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar   | Halaman |
|--|---------|
| 1. Grafik Proses Penggorengan .....  | 9       |
| 2. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan.....  | 41      |
| 3. Diagram Alir Pemurnian Minyak Jelantah oleh Bentonit dan Zeolit pada Penelitian Utama ..... | 42      |
| 4. Reaksi Pembentukan Aldhid dan Keton .....   | 44      |
| 5. Reaksi Pembentukan Aldhid dan Keton .....   | 46      |
| 6. Reaksi Hidrolisis pada Minyak .....   | 47      |
| 7. Reaksi Pembentukan Akrolein.....  | 47      |
| 8. Reaksi Oksidasi pada Minyak.....  | 48      |
| 9. Reaksi Adsorben dalam Menurunkan Intensitas Warna .....                                     | 54      |
| 10. Reaksi Adsorben dalam Menurunkan Asam Lemak Bebas.....                                     | 60      |
| 11. Reaksi Adsorben dalam Menurunkan Angka Peroksida.....                                      | 64      |
| 12. Hasil Trial Pemurnian Minyak Menggunakan Adsorben Bentonit.....                            | 86      |
| 13. Dokumentasi Proses Pemurnian Minyak Jelantah oleh Bentonit dan Zeolit .....                | 129     |
| 14. Dokumentasi Minyak Jelantah Hasil Pemurnian oleh Bentonit dan Zeolit .....                 | 130     |

## DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran   | Halaman |
|--|---------|
| 1. Prosedur Analisis Kimia .....   | 78      |
| 2. Prosedur Analisis Fisik .....   | 80      |
| 3. Formulir Pengujian Organoleptik Penelitian Pendahuluan.....           | 81      |
| 4. Formulir Pengujian Organoleptik Penelitian Utama.....                 | 82      |
| 5. Kebutuhan Bahan Baku Pemurnian Minyak Jelantah.....                   | 83      |
| 6. Biaya Bahan Baku dan Analisis Pemurnian Minyak Jelantah.....          | 84      |
| 7. Trial Pemurnian Minyak Jelantah Menggunakan Bentonit .....            | 85      |
| 8. Data Hasil Analisis Organoleptik Penelitian Pendahuluan.....          | 87      |
| 9. Data Hasil Analisis Penelitian Pendahuluan .....                      | 89      |
| 10. Data Hasil Analisis Organoleptik Penelitian Utama.....               | 90      |
| 11. Data Hasil Analisis Fisik Penelitian Utama.....                      | 108     |
| 12. Data Hasil Analisis Kimia Penelitian Utama.....                      | 115     |
| 13. Gambar Pemurnian Minyak Jelantah oleh Bentonit dan Zeolit.....       | 129     |
| 14. Gambar Hasil Pemurnian Minyak Jelantah oleh Bentonit dan Zeolit..... | 130     |

## ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jenis adsorben, waktu adsorpsi dan interaksi antara jenis adsorben dan waktu adsorpsi terhadap kualitas minyak jelantah.

Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan pola faktorial 2x3 dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 2 faktor yaitu faktor J (jenis adsorben) yang terdiri dari 2 taraf yaitu  $j_1$  (bentonit) dan  $j_2$  (zeolit) dan faktor W (waktu adsorpsi) yang terdiri dari 3 taraf yaitu  $w_1$  (24 jam),  $w_2$  (48 jam), dan  $w_3$  (72 jam) dengan 4 kali ulangan untuk setiap kombinasi perlakuan, sehingga diperoleh sebanyak 24 satuan percobaan. Respon yang diuji dalam penelitian ini adalah respon organoleptik (uji hedonik) terhadap atribut warna dan aroma, respon fisik meliputi intensitas warna, dan respon kimia meliputi kadar asam lemak bebas dan angka peroksida.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis adsorben berpengaruh terhadap warna, intensitas warna, kadar asam lemak bebas, dan angka peroksida, tetapi tidak berpengaruh terhadap aroma. Waktu adsorpsi berpengaruh terhadap warna, intensitas warna, kadar asam lemak bebas, dan angka peroksida, tetapi tidak berpengaruh terhadap aroma. Interaksi antara jenis adsorben dan waktu adsorpsi berpengaruh terhadap warna, intensitas warna, kadar asam lemak bebas, dan angka peroksida, tetapi tidak berpengaruh terhadap aroma.

Kata kunci: minyak jelantah, bentonit, zeolit, waktu adsorpsi

## ABSTRACT

*The purpose of this study was to determine the effect of the type of adsorbent, adsorption time and the interaction between the type of adsorbent and adsorption time on the quality of used cooking oil.*

*This study used a 2x3 factorial experimental design in a randomized block design (RAK) which consisted of 2 factors, namely factor J (type of adsorbent) which consisted of 2 levels namely  $j_1$  (bentonite) and  $j_2$  (zeolite) and factor W (adsorption time) which consisted of 3 levels, namely  $w_1$  (24 hours),  $w_2$  (48 hours), and  $w_3$  (72 hours) with 4 replications for each treatment combination, so that a total of 24 experimental units were obtained. The responses tested in this study were organoleptic responses (hedonic tests) to color and aroma attributes, physical responses including color intensity, and chemical responses including levels of free fatty acids and peroxide value.*

*The results showed that the type of adsorbent had an effect on color, color intensity, free fatty acid content, and peroxide value, but had no effect on aroma. Adsorption time had an effect on color, color intensity, free fatty acid content, and peroxide value, but had no effect on aroma. The interaction between the type of adsorbent and adsorption time had an effect on color, color intensity, free fatty acid content, and peroxide value, but had no effect on aroma.*

*Keywords: used cooking oil, bentonite, zeolite, adsorption time*

## I. PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan mengenai: (1) Latar Belakang, (2) Identifikasi Masalah, (3) Maksud dan Tujuan Penelitian, (4) Manfaat Penelitian, (5) Kerangka Pemikiran, (6) Hipotesis Penelitian, dan (7) Waktu dan Tempat Penelitian.

### 1.1 Latar Belakang

Salah satu hasil perkebunan Indonesia yaitu kelapa yang dijadikan sebagai bahan baku untuk membuat minyak goreng. Indonesia merupakan negara penghasil minyak sawit terbesar kedua setelah Filipina (Nasir, 2000). Menurut data Kementerian Pertanian Republik Indonesia (Kementan RI), luas lahan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2019 mencapai 14,5 juta ha, pada tahun 2020 mencapai 14,9 juta ha, dan pada tahun 2021 mencapai 15,1 ha. Menurut kementerian perindustrian RI mencatat produksi minyak goreng sawit (MGS) di Indonesia pada tahun 2020 yaitu dengan kapasitas produksi sekitar 32 juta ton. Data konsumsi minyak goreng di Indonesia menurut Badan Pusat Statistik (BPS) yaitu pada tahun 2019 sebanyak 11,9 liter/kapita/tahun, pada tahun 2020 sebanyak 12,1 liter/kapita/tahun, dan pada tahun 2021 sebanyak 13,2 liter/kapita/tahun.

Minyak goreng merupakan hasil akhir (*refined oils*) dari suatu proses pemurnian minyak nabati (golongan yang dapat dimakan) serta terdiri dari bermacam-macam jenis senyawa trigliserida yang memiliki tiga jenis asam lemak. Bersumber pada kegunaannya, minyak nabati dibagi menjadi dua golongan yaitu minyak nabati yang dapat digunakan dalam industri makanan (*edible oils*) yang dikenal dengan nama minyak goreng seperti minyak kelapa sawit, minyak zaitun,

minyak kelapa, minyak jagung, minyak kedelai dan sebagainya. Minyak yang digunakan dalam industri non makanan (*non edible oils*) yaitu seperti minyak kayu putih dan minyak jarak (Fadli, 2018).

Minyak goreng mengandung asam lemak tidak jenuh dan asam lemak jenuh. Lemak jenuh berasal dari hewan, seperti daging sapi dan produk susu (keju, mentega, es krim, coklat), atau dari tanaman seperti minyak kelapa dan minyak kelapa sawit. Lemak tidak jenuh banyak terkandung dalam alpukat, minyak zaitun, serta beberapa kacang-kacangan seperti almond dan kacang tanah. Minyak goreng yang baik adalah minyak yang mengandung asam lemak tak jenuh yang lebih banyak dibandingkan dengan kandungan asam lemak jenuhnya (Sopianti dkk, 2017).

Rendahnya kualitas minyak goreng ditandai dengan pecahnya trigliserida karena adanya pemanasan yang cukup lama. Proses penggorengan berkali-kali, maka asam lemak yang terkandung dalam minyak akan semakin jenuh, dengan demikian minyak tersebut dapat dikatakan telah rusak atau dapat disebut dengan minyak jelantah. (Thamrin, 2013).

Suhu yang semakin tinggi dan pemanasan yang semakin lama akan meningkatkan kadar asam lemak jenuh dalam minyak. Minyak nabati jika digunakan berulang-ulang maka akan meningkatkan kadar asam lemak jenuh dalam minyak. Kadar asam lemak jenuh yang tinggi pada minyak nabati akan mengakibatkan makanan yang digoreng menjadi berbahaya untuk kesehatan seperti kanker, deposit lemak yang tidak normal, kontrol tidak sempurna pada pusat syaraf. (Putri dkk, 2016).

Sebanyak 49% dari total permintaan minyak goreng adalah untuk konsumsi rumah tangga dan sisanya untuk keperluan industri, termasuk diantaranya adalah industri mie instan, industri restoran dan perhotelan (Wijana, 2005). Gaya hidup instan dipicu oleh teknologi yang selalu memudahkan manusia, kesibukan dunia kerja, dan munculnya berbagai varian bahan makanan siap saji. Makanan cepat saji ini akan menyebabkan dihasilkannya minyak jelantah dalam jumlah yang cukup banyak.

Minyak jelantah adalah campuran asam lemak rantai panjang (terutama linoleat, linolenat, dan oleat), dalam bentuk tri di- dan mono-gliserida, dan asam lemak bebas (FFA) yang terkontaminasi oleh beberapa turunan selama proses penggorengan seperti oksigen, air ataupun reaksi maillard (Singhabhandhu and Tezuka, 2010). Minyak jelantah termasuk kedalam minyak nabati bekas yang dianggap sebagai limbah yang berbahaya bagi lingkungan (Mannu, 2020). Minyak jelantah yaitu minyak limbah yang berasal dari minyak bekas pemakaian.

Kebiasaan para penjual memakai ulang minyak jelantah kebanyakan di dorong oleh faktor ekonomi dengan upaya menghemat dalam biaya produksi. Minyak goreng yang telah digunakan berulang-ulang pada suhu tinggi ditambah kontak dengan udara dan air dapat menimbulkan suatu reaksi degradasi pada minyak yang akan mengalami penurunan kualitas yang ditandai oleh tingginya kadar asam lemak bebas dan bilangan peroksida, perubahan warna menjadi gelap serta aroma menjadi kurang enak (Fathanah dan lubis, 2022).

Minyak yang sudah digunakan berkali-kali juga dapat mengakibatkan minyak menjadi cepat berasap atau berbusa dan rasa yang tidak disukai pada bahan

makanan yang digoreng. Pemanasan minyak secara berulang dengan suhu tinggi dan waktu yang cukup lama akan menghasilkan senyawa polimer yang berbentuk padat dalam minyak (akrolein). Minyak goreng lebih dari 2 kali pemakaian akan mempengaruhi perubahan viskositas dari minyak goreng tersebut yang akan semakin mengental, maka sangat berbahaya bagi kesehatan tubuh khususnya untuk tekanan darah dan kolesterol (Chairunnisa, 2013).

Minyak jelantah yang sudah terlalu lama digunakan dapat membahayakan kesehatan tubuh karena mengandung senyawa peroksida (radikal) (Muchtadi, 2013). Minyak goreng mengalami reaksi hidrolisis, oksidasi, dan polimerisasi sehingga struktur kimia didalamnya banyak yang berubah. Ikatan rangkap trigliserida yang kaya akan asam lemak tak jenuh pada minyak goreng kelapa sawit akan putus ikatannya menjadi asam lemak jenuh dan gliserol, sehingga berdampak pada kesehatan seperti berpotensi kanker dan resiko penyakit jantung coroner (Fathanah dan lubis, 2022).

Kadar asam lemak bebas yang terkandung di dalam minyak diakibatkan oleh proses hidrolisis yang terjadi selama masa penggorengan hal ini dikarenakan oleh pemanasan yang terlalu tinggi, semakin banyak mengkonsumsi asam lemak bebas maka kadar *Low Density Lipoprotein* (LDL) dalam darah juga semakin meningkat. Banyaknya kandungan asam lemak bebas pada minyak menunjukkan penurunan terhadap kualitas minyak tersebut (Sopianti dkk, 2017).

Minyak yang sudah mengalami kerusakan maka tidak dapat dicegah kerusakannya, tetapi dapat diperlambat dengan memperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhinya. Proses ketengikan sangat dipengaruhi oleh adanya

oksigen yang akan mempercepat terjadinya oksidasi, dengan demikian diperlukan daur ulang minyak yang sederhana untuk mengurangi kerusakan yang lebih lanjut (Hastuti dan Fitriyah, 2021).

Minyak jelantah yang digunakan berasal dari pedagang ayam goreng yaitu “Ayam Goreng Kabita”. “Ayam Goreng Kabita” salah satu usaha yang bergerak dalam bidang industri bahan pangan yang memiliki kendala berupa tidak efektifnya minyak goreng dalam proses penggorengan, jika terus-menerus digunakan maka akan berpengaruh terhadap produk ayam goreng yang dihasilkan. Harga minyak goreng pada tahun 2022 sedang melambung tinggi (Rp 23.000/liter) dan langka, maka usaha ayam goreng terancam keberlangsungannya.

Minyak jelantah yang dilakukan pada penelitian ini yaitu untuk memberikan alternatif adanya usaha efisiensi pengolahan minyak jelantah. Salah satu alternatifnya yaitu mengolah minyak jelantah melalui cara pemurnian minyak jelantah dengan cara adsorpsi menggunakan jenis adsorben dan waktu adsorpsi yang tepat, diantaranya yaitu bentonit dan zeolit dengan waktu adsorpsi yaitu 24, 36, dan 72 jam.

Bentonit berbentuk seperti bubuk halus padat yang berwarna merah kecoklatan, berjenis lempung atau tanah liat yang terdiri dari  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Bentonit mempunyai sifat daya penyerap yang baik untuk menyerap kotoran, banyak digunakan dalam industri terutama industri minyak nabati atau minyak goreng. Bentonit dapat digunakan sebagai adsorben karena memiliki kation-kation yang dapat dipertukarkan (Atikah, 2018).

Zeolit merupakan mineral hasil tambang yang kerangka dasarnya terdiri dari unit-unit tetrahedral  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Secara umum karakteristik struktur zeolit yaitu sangat berpori dan mempunyai kapasitas tukar kation yang tinggi sehingga sangat cocok digunakan sebagai adsorben. Zeolit dipakai untuk penyaring molekul dan adsorben yang baik untuk pemucatan warna minyak sawit dan berpotensi dalam pemurnian minyak goreng bekas dalam industri pangan (Moshoeshoe, 2017).

Berdasarkan penelitian Annisah dkk (2021), menyatakan bahwa adsorben bentonit dengan waktu adsorpsi yang semakin lama maka angka asam akan semakin menurun dan warna minyak jelantah semakin baik. Pemurnian minyak jelantah menggunakan adsorben bentonit dan zeolit akan menjernihkan minyak jelantah dan dapat menurunkan kadar asam lemak bebas serta bilangan peroksida karena unsur-unsur karbon akan terserap oleh adsorben tersebut.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah diuraikan di atas, maka masalah yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut :

1. Apakah jenis adsorben berpengaruh terhadap kualitas minyak jelantah?
2. Apakah waktu adsorpsi berpengaruh terhadap kualitas minyak jelantah?
3. Apakah interaksi antara jenis adsorben dan waktu adsorpsi berpengaruh terhadap kualitas minyak jelantah?

## **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menentukan jenis adsorben dan waktu adsorpsi dalam pemurnian minyak jelantah.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jenis adsorben terhadap kualitas minyak jelantah, untuk mengetahui pengaruh waktu adsorpsi terhadap kualitas minyak jelantah, dan untuk mengetahui interaksi antara jenis adsorben dan waktu adsorpsi terhadap kualitas minyak jelantah.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat tentang bahaya yang ditimbulkan dari penggunaan minyak jelantah.
2. Dapat digunakan sebagai penelitian tahap awal mengenai pemanfaatan minyak jelantah.
3. Bagi penulis dapat memberikan pengetahuan mengenai penurunan kualitas serta bahaya minyak jelantah, juga memberikan pengetahuan bahwa minyak goreng yang digunakan berulang – ulang dapat mempengaruhi kualitas minyak.

#### **1.5 Kerangka Pemikiran**

Minyak goreng adalah minyak yang berasal dari lemak tumbuhan atau hewan yang dimurnikan, berbentuk cair dalam suhu kamar dan biasanya digunakan untuk menggoreng makanan dapat digunakan hingga 1-3 kali penggorengan, jika digunakan berulang kali, minyak akan berubah warna menjadi coklat bahkan sampai berwarna kehitaman (Juherah dan Khiki, 2021).

Minyak goreng yang dipanaskan di penggorengan akan panas karena terjadi perpindahan panas secara konveksi. Perpindahan panas secara konveksi yaitu perpindahan panas yang disertai dengan terjadinya perpindahan massa atau molekul zat yang dipanaskan, konveksi ini bisa terjadi pada zat cair atau gas. Perpindahan

panas ini terjadi saat partikel yang dipanaskan bergerak menjauhi sumbernya dan partikel yang lebih dingin mendekati sumber panas, dalam hal ini panas dibawa dan disebarkan oleh partikel. Penyebab terjadinya perpindahan panas secara konveksi ialah karena perbedaan massa jenis atau kepadatan fluida (Wati, 2021).

Mekanisme minyak goreng mendidih dan menjadi panas yaitu terjadi perpindahan kalor dari minyak pada bagian dasar yang menerima kalor dari kompor ke minyak pada bagian permukaan. Partikel minyak pada dasar wajan menerima kalor dan menjadi panas. Partikel yang telah panas bergerak ke atas karena berat jenisnya mengecil, sedangkan minyak dingin turun menempati tempat yang ditinggalkan minyak panas yang bergerak keatas. Proses tersebut terjadi selama minyak dipanaskan, sehingga minyak panas secara merata (Wati, 2021).

Menurut Jamaluddin (2018), proses penggorengan bahan pangan terdiri dari empat tahapan proses yaitu:

1. Tahapan pemanasan awal (*initial heating*)

Terjadi peningkatan suhu bahan karena bahan terendam dalam minyak panas sehingga suhunya sama dengan titik didih air yaitu 100°C. Perpindahan panas dari minyak panas ke bahan selama proses penggorengan merupakan perpindahan panas konveksi dan tidak terjadi penguapan air dalam bahan.

2. Tahapan pendidihan permukaan (*surface boiling*)

Diawali dengan proses penguapan air pada permukaan bahan serta terjadi turbulensi minyak pada bahan, dimana terdapat gelembung-gelembung udara yang keluar dari bahan. Peristiwa keluarnya gelembung ini disebut dengan *bubbling*, dimana pada proses ini terjadi penguapan pada suhu titik didih air

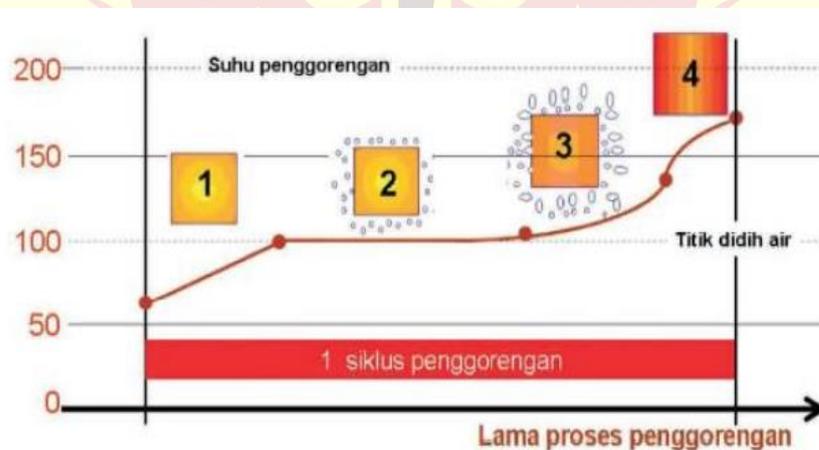
yaitu 100°C pada tekanan atmosfer. Selama proses berlangsung, maka mulai terbentuklah kulit keras (*crust*) di permukaan bahan.

3. Tahapan laju penurunan (*falling rate*)

Adanya penguapan lebih lanjut dan kenaikan suhu pusat hingga mendekati titik didih minyak yaitu sekitar 140°C dan masih ada gelembung yang keluar dari bahan. Lapisan *crust* yang terbentuk akan semakin tebal sehingga perpindahan massa penguapan air permukaan semakin menurun.

4. Tahapan titik akhir gelembung (*bubble end point*)

Laju pengurangan kadar air semakin menurun dan tidak terbentuk lagi gelembung udara dipermukaan bahan apabila bahan digoreng dalam waktu yang relatif lama. Proses ini terjadi pada titik didih minyak yaitu berkisar antara 180°C-200°C.



Gambar 1. Grafik Proses Penggorengan

Minyak goreng yang telah digunakan oleh masyarakat baik di dalam rumah tangga, industri kecil maupun besar akan menghasilkan limbah yang disebut dengan minyak jelantah (Hajar dan Mufidah, 2016). Menurut Akbar dkk (2021), kerusakan minyak selama proses penggorengan akan mempengaruhi mutu dan nilai gizi bahan pangan yang digoreng. Minyak yang rusak akibat proses oksidasi dan polimerisasi

akan menghasilkan bahan yang kurang menarik dan cita rasa yang tidak enak, serta merusakkan sebagian vitamin yang terdapat dalam minyak.

Komponen yang paling menentukan mutu minyak goreng adalah berdasarkan asam lemak yang terkandung pada minyak goreng tersebut. Jumlah asam lemak yang terdapat pada minyak goreng dapat dijadikan parameter untuk standar kualitas minyak yang akan berpengaruh sangat besar terhadap mutunya sendiri. Titik asap dari minyak goreng juga dapat menentukan mutu minyak, apabila titik asap minyak goreng telah tercapai pada saat proses pemanasan minyak, maka akrolein akan terbentuk. Akrolein yaitu suatu zat yang dapat menimbulkan rasa gatal pada tenggorokan. Akrolein yang terbentuk pada minyak goreng tersebut, maka mutu minyak goreng akan menurun (Aziz dkk, 2016).

Tingginya angka asam pada minyak menunjukkan buruknya kualitas minyak. Kerusakan minyak yang utama adalah peristiwa hidrolisis. Reaksi hidrolisis dapat terjadi pada minyak atau trigliserida yang disebabkan oleh adanya air serta aktivitas enzim lipase. Minyak yang dipanaskan dapat mengalami hidrolisis oleh air dan uap air, secara bertahap menghasilkan gliserol dan asam lemak bebas. Asam lemak bebas ini menjadi petunjuk dalam menganalisis tingkat kerusakan minyak (Hastuti dan Fitriyah, 2021). Menurut Rauf (2015), reaksi oksidasi asam lemak tak jenuh yang dapat dijadikan indikator tingkat oksidasi adalah senyawa peroksida dan aldehid. Reaksi oksidasi dimulai dengan pembentukan angka peroksida dan hidroperoksida, selanjutnya asam-asam lemak akan terurai disertai dengan konversi hidroperoksida menjadi aldehida dan keton serta asam-asam lemak bebas.

Kerusakan minyak karena pemanasan yang berulang-ulang juga dapat terlihat dari perubahan warna, viskositas yang tinggi, meningkatnya asam lemak bebas, kenaikan bilangan peroksida serta penurunan bilangan iod. Secara umum minyak jelantah mengandung senyawa-senyawa lain seperti senyawa aldehid, senyawa aromatik, dan asam lemak bebas. Molekul-molekul dalam minyak jelantah juga mengalami penguraian sehingga terjadi penurunan titik asap yang memicu terjadinya bau tengik. Disamping itu penyimpanan yang terlalu lama juga dapat menyebabkan terbentuknya asam lemak dan gliserol yang terjadi akibat terpecahnya senyawa trigliserida (Fathanah dan lubis, 2022).

Menurut Waluyo dkk (2020), asam lemak bebas yang terbentuk dalam minyak jelantah diakibatkan oleh proses hidrolisis yang terjadi selama proses penggorengan yang biasanya dilakukan pada suhu 160-200°C. Menurut Irawan dkk (2013), kerusakan minyak akibat pemanasan pada suhu tinggi (200-250°C) akan menyebabkan keracunan dalam tubuh dan berbagai macam penyakit antara lain diare, pengendapan lemak dalam pembuluh darah, kanker, serta dapat meningkatkan asam lemak bebas pada minyak tersebut. Kerusakan minyak juga dapat terjadi selama penyimpanan. Penyimpanan yang tidak tepat dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan pecahnya ikatan trigliserida pada minyak yang akan membentuk gliserol dan asam lemak bebas.

Suhu proses penggorengan pada tekanan atmosfer terjadi pada suhu titik didih minyak sekitar 180°C-200°C, titik asap minyak goreng dari kelapa sawit adalah 235°C dan massa jenis minyak goreng yaitu 800 kg/m<sup>3</sup>. Proses penggorengan yang sering dilakukan pada suhu 160-200°C menyebabkan terbentuknya asam lemak

bebas dimana pembentukan ini terjadi melalui proses hidrolisis. Asam lemak dibedakan ke dalam dua kelompok, yaitu asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh (Guyton dan Hall, 2012).

Proses penggorengan dilakukan pada kondisi terbuka dimana proses pemasakan terjadi pada tekanan atmosfer, namun proses penggorengan juga dapat dilakukan dengan pengaturan tekanan baik menggunakan tekanan tinggi maupun vakum. Pengaturan tekanan ini berpengaruh terhadap proses penguapan air. Penggorengan dengan tekanan tinggi akan menyebabkan peningkatan titik didih air, sehingga proses penguapan air akan terjadi lebih cepat menyebabkan produk yang digoreng dengan suhu tinggi umumnya masih basah dan *juicy*. Penggorengan dengan tekanan vakum maka suhu minyak menjadi tinggi dan akan meningkatkan titik asap minyak, hal ini menyebabkan pembentukan kerak (*crust*) di bagian permukaan menjadi lebih cepat untuk memperoleh tekstur renyah di permukaan (Jamaluddin, 2018).

Proses perpindahan panas berlangsung secara konduksi dan konveksi melalui kontak langsung antara media penghantar panas dengan bahan yang digoreng. Media penghantar panas yang dimaksud adalah minyak goreng. Sementara perpindahan massa terjadi akibat peningkatan suhu bahan pangan yang digoreng, dimana hal ini menyebabkan penguapan air bahan dan mempengaruhi penyerapan minyak didalam bahan. Penggorengan suhu tinggi (*deep fat frying*), proses perpindahan panas yang terjadi berupa perpindahan panas dari sumber panas (elemen pemanas) ke bahan melalui minyak goreng. Perpindahan massa adalah berupa perpindahan massa air dari dalam menuju ke permukaan bahan, yang diakhiri dengan penguapan

air serta perpindahan massa minyak dari permukaan ke dalam bahan. Perpindahan panas terjadi dari minyak ke bahan akan menyebabkan suhu bahan yang digoreng meningkat. Suhu bahan mula-mula adalah sama dengan suhu lingkungannya yang kemudian meningkat hingga setara dengan suhu minyak goreng (Jamaluddin, 2018).

Salah satu proses yang sering dipakai untuk memperbaiki kualitas minyak jelantah adalah pemurnian. Metode yang efisien dan sederhana pada pemurnian minyak jelantah yaitu dengan cara adsorpsi menggunakan adsorben (Aziz dkk, 2016). Adsorpsi adalah suatu proses pemisahan komponen tertentu dalam fasa cair atau gas yang melewati suatu permukaan padat yang disebut dengan adsorben, sedangkan komponen-komponen yang diserap yaitu disebut dengan adsorbat (Wardhani dan Ain, 2017).

Adsorben adalah bahan padat yang dapat menyerap komponen tertentu (cair atau gas) dari suatu fluida. Sebagian besar adsorben merupakan bahan yang sangat berpori dan proses adsorpsi berlangsung terutama pada dinding-dinding pori atau pada daerah tertentu di dalam partikel adsorben. Pori-pori adsorben biasanya sangat kecil maka luas permukaan dalamnya menjadi beberapa kali lebih luas dari permukaan luar, oleh karena itu luas permukaan adsorben sangat menentukan kemampuan adsorben dalam menyerap (Vu *et al.*, 2020).

Mekanisme kerja adsorben yaitu terjadi proses pengikatan oleh permukaan adsorben (padatan atau cairan) terhadap adsorbat (media yang diserap) atom-atom, ion-ion, atau molekul-molekul gas atau cairan lainnya yang melibatkan ikatan intra molekuler diantara keduanya maka adsorben dapat menghilangkan warna. Proses

pemurnian minyak menggunakan adsorben terjadi karena perbedaan berat molekul atau porositas yang menyebabkan sebagian molekul terikat lebih kuat pada permukaan adsorben dari pada molekul lainnya (Ojewumi *et al.*, 2021).

Menurut Rahayu dan Hadi (2017), karakteristik adsorben yang dibutuhkan untuk adsorpsi yang baik yaitu:

- Luas permukaan adsorben, dimana luas permukaan yang semakin besar maka semakin besar pula daya adsorpsinya karena proses adsorpsi terjadi pada permukaan adsorben
- Kemurnian adsorben, dimana tingkat kemurnian adsorben yang tinggi maka daya adsorpsinya semakin baik
- Tidak terjadi perubahan volume yang signifikan selama proses adsorpsi
- Memiliki porositas yang tinggi

Adsorpsi dilakukan dengan cara menambahkan adsorben lalu dicampurkan ke dalam minyak jelantah kemudian diaduk dan disaring (Fitriani dan Nurulhuda, 2018). Pemilihan adsorben dapat menggunakan bahan galian seperti zeolit, bentonit maupun limbah hasil pertanian berupa sekam padi, jerami padi, tempurung kelapa, sabut kelapa, ampas kelapa, ampas tebu, ampas pati aren, tongkol jagung, dan lain-lain. Penelitian ini menggunakan jenis adsorben berupa bentonit dan zeolit.

Parameter lain yang mempengaruhi optimasi proses pemurnian minyak yaitu waktu adsorpsi selama pemurnian minyak jelantah. Menurut penelitian Wardhani dan Ain (2017), semakin lama proses penyerapan, semakin baik hasil adsorpsi minyak tersebut. Proses penyerapan berlangsung cepat pada awal operasi, kemudian melambat dan akhirnya mencapai keadaan seimbang.

Berdasarkan penelitian Annisah dkk (2021), bahwa adsorben bentonit dapat menurunkan kadar FFA dan warna minyak jelantah. Bentonit diaktivasi terlebih dahulu dengan suhu 105°C selama 2 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam 100 gram minyak jelantah dengan bentonit sebanyak 20 gram menggunakan kecepatan pengaduk 200 rpm, waktu kontak 90 menit dan suhu 90°C merupakan hasil terbaik dengan kadar FFA terendah dari 7,112% menjadi 1,21% dan nilai absorbansi warna minyak dari 2,159 abs menjadi 0,193 abs.

Menurut penelitian Atikah (2018), menunjukkan bahwa hasil terbaik pada pemurnian minyak jelantah diperoleh dengan adsorben bentonit sebanyak 80 gram yang terlebih dahulu dilakukan aktivasi pada suhu 250°C selama 2 jam dengan berat minyak jelantah 200 gram pada kondisi temperatur 100°C dapat menurunkan asam lemak bebas dari 3,10 mg KOH/gram menjadi 0,7 mg KOH/gram, kejernihan minyak dari 2,98 menjadi 1,10, bilangan peroksida dari 30,06 mek O<sub>2</sub>/kg menjadi 16,20 mek O<sub>2</sub>/kg, kadar air dari 1,08% menjadi 0,022%, dan kadar kotoran dari 5,085 mg/g menjadi 1,009 mg/g.

Penelitian Haryanti dan Hidayat (2017), menyatakan bahwa konsentrasi bentonit terbaik adalah 1,6% dengan lama pengadukan 10 menit menggunakan suhu 110°C lalu dilakukan sentrifugasi selama 10 menit menghasilkan kadar asam lemak bebas terendah sebesar 0,15 mg KOH/g dan kadar air terendah sebesar 2,86%. Hasil penelitian Prasetyowati dkk (2011), membuktikan bahwa bentonit 20% yang diaktivasi terlebih dahulu pada suhu 250°C selama kurang lebih 1 jam dan temperatur 90°C dengan 200 gram minyak jelantah dan waktu adsorpsi selama 60 menit merupakan hasil terbaik untuk pemurnian minyak jelantah. Nilai FFA awal

sebesar 5,6 % menjadi sebesar 0,384% dan nilai peroksida awal sebesar 23 mek  $O_2/kg$  menjadi sebesar 6-10 mek  $O_2/kg$ .

Berdasarkan penelitian Anwar dkk (2016), diperoleh bahwa hasil analisis minyak goreng bekas dengan adsorben bentonit yang teraktivasi asam klorida 1 M mampu menurunkan angka asam, angka peroksida dan kadar air. Hasil tersebut menunjukkan kondisi optimum dicapai pada massa bentonit yaitu 15 gram, volume minyak goreng bekas yaitu 50 gram dan waktu kontak selama 30 menit. Angka asam menurun dari 1,0941 mg KOH/g menjadi 0,2626 mg KOH/g, kemudian angka peroksida menurun dari 11,8643 mek  $O_2/kg$  menjadi 1,6478 mek  $O_2/kg$  dan kadar air menurun dari 1,39% (b/b) menjadi 0,13% (b/b).

Hasil penelitian Akbar dkk (2021), bahwa pemurnian minyak bekas menggunakan adsorben zeolit dapat menurunkan kadar asam lemak bebas dan tingkat absorbansi. Penggunaan 15% adsorben dengan suhu  $80^\circ C$  dan kecepatan pengadukan 1000 rpm selama 30 menit menghasilkan bilangan asam terkecil yaitu 4,7, bilangan peroksida 27,6 mek  $O_2/kg$  dan tingkat absorbansi 0,05. Penelitian Sukmawati (2017), menyatakan bahwa kondisi optimum dalam adsorpsi minyak jelantah menggunakan zeolit adalah nilai asam lemak bebas 0,2304%, angka penyabunan 217,5745 mgKOH/gr dengan suhu adsorpsi  $110^\circ C$ , waktu adsorpsi 150 menit, adsorben zeolit sebanyak 8 gram dan minyak jelantah sebanyak 100 gram.

Berdasarkan penelitian Suarsa dkk (2022), diketahui bahwa adsorpsi asam lemak bebas pada minyak jelantah menggunakan zeolit alam mampu mengadsorpsi FFA secara optimum pada menit ke-60 dengan volume minyak 60 mL dan massa

adsorben sebesar 0,30 gram dengan suhu 80°C. Kapasitas adsorpsi dan efisiensi penyerapan yang dihasilkan yaitu sebesar 1,0001 mgKOH/g dan 79,57%.

Hasil penelitian Alamsyah dkk (2017), menyatakan bahwa proses pemurnian minyak jelantah menggunakan zeolit dan biji kelor dapat menurunkan asam lemak bebas, bilangan peroksida, dan kadar air. Adsorben zeolit 20 gram dengan minyak sebanyak 150 gram merupakan hasil terbaik yang dapat menurunkan kandungan asam lemak bebas, bilangan peroksida dan kadar air terendah dibandingkan dengan biji kelor 20 gram. Hasil analisis menggunakan zeolit yaitu asam lemak bebas sebelum pemurnian 3,144 mgKOH/g menjadi 0,284 mgKOH/g, bilangan peroksida sebelum pemurnian 12,2187 mek O<sub>2</sub>/kg menjadi 6,4295 mek O<sub>2</sub>/kg dan kadar air sebelum pemurnian 1,866% menjadi 0,065%. Hasil analisis menggunakan biji kelor yaitu yaitu asam lemak bebas sebelum pemurnian 3,144 mgKOH/g menjadi 0,584 mgKOH/g, bilangan peroksida sebelum pemurnian 12,2187 mek/kg menjadi 8,8368 mek/kg dan kadar air sebelum pemurnian 1,866% menjadi 0,094%.

Berdasarkan penelitian Kusumastuti (2010), menyatakan bahwa kemampuan zeolit aktif lebih baik dalam mengurangi kandungan air, asam lemak bebas, bahan yang mudah menguap pada pemurnian minyak jelantah, namun untuk kejernihan dan viskositas hanya sedikit berkurang. Zeolit diaktivasi dengan cara aktivasi secara fisika yaitu dipanaskan pada suhu 130°C selama 3 jam. Penurunan asam lemak bebas dan angka peroksida yang terbaik yaitu pada zeolit 10% (dari bobot minyak 100 gram) mampu menurunkan FFA dari 4,63 menjadi 4,31 mg KOH/g serta angka peroksida dari 29,80 menjadi 19,73 mek O<sub>2</sub>/kg. Penambahan zeolit pada minyak bekas jika dilihat secara visual tidak mengurangi warna minyak, tetapi jika

pengukuran kejernihan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 448 nm dapat sedikit menurunkan absorbansi dari 1,04 menjadi 0,98.

Berdasarkan penelitian Nadhiro (2016), bahwa pemberian bentonit dengan konsentrasi berbeda (0%, 2%, 4%, 6% dan 8%) berpotensi sebagai adsorben dalam proses pemurnian minyak ikan kasar yaitu pada konsentrasi 6% dari bobot minyak menghasilkan kadar asam lemak bebas sebesar 0,265%, bilangan peroksida sebesar 6,343 mek O<sub>2</sub>/kg, kejernihan pada panjang gelombang 450 nm sebesar 60,275 %T.

Menurut Penelitian Hartono dan Suhendi (2020), menunjukkan bahwa proses pemurnian minyak jelantah dengan adsorben zeolit berpengaruh terhadap kualitas minyak, dilihat dari analisa warna kondisi optimum ada di konsentrasi zeolit alam 90% yang menunjukkan nilai absorbansi yang didapatkan dengan pembacaan spektrofotometri dengan panjang gelombang 360 nm, bahwa dengan menggunakan zeolit alam menunjukkan penurunan nilai absorbansi yang signifikan. Nilai absorbansi yang terendah ada di variasi zeolit 90% yaitu sebesar 3,08.

Hasil penelitian Kamaruzzaman dkk (2020), bahwa regenerasi minyak jelantah menggunakan ampas nanas dengan variasi waktu adsorpsi yaitu 24, 48, 72 jam mampu menurunkan asam lemak bebas, bilangan peroksida dan bilangan penyabunan. Minyak jelantah 200 mL menggunakan 15 gram adsorben dengan waktu adsorpsi selama 72 jam merupakan hasil yang optimal dengan nilai kadar asam lemak bebas awal 2,98% menjadi 1,45%, bilangan peroksida awal 6 mek O<sub>2</sub>/kg menjadi 3,8 mek O<sub>2</sub>/kg, serta bilangan penyabunan awal 219 menjadi 192,423.

Berdasarkan penelitian Aziz dkk (2016), menyatakan bahwa adsorben karbon aktif dengan perbandingan massa 25% kulit salak dan 75% biji kurma dengan waktu pengadukan adsorben 90 menit paling efektif untuk menurunkan kadar FFA dan warna minyak jelantah dengan panjang gelombang blanko sebesar 460 nm. Minyak jelantah sebelum proses adsorpsi memiliki angka FFA sebesar 1,768% telah menurun menjadi 0.358% pada menit ke-90. Pada proses penurunan tingkat warna, diperoleh pada penurunan angka kekeruhan warna 1,2 abs menjadi 0,23 abs.

### **1.6 Hipotesis Penelitian**

Berdasarkan kerangka pemikiran diatas, maka dapat diambil hipotesis:

1. Diduga jenis adsorben berpengaruh terhadap kualitas minyak jelantah.
2. Diduga waktu adsorpsi berpengaruh terhadap kualitas minyak jelantah.
3. Diduga interaksi antara jenis adsorben yang digunakan dan waktu adsorpsi berpengaruh terhadap kualitas minyak jelantah.

### **1.7 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian dimulai pada bulan November sampai dengan Desember tahun 2022, bertempat di Laboratorium Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan, Jalan Dr. Setiabudhi No 193, Bandung.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan mengenai: (1) Jenis Adsorben, (2) Adsorpsi, (3) Minyak Jelantah, dan (4) Pemurnian Minyak Jelantah.

### 2.1 Jenis Adsorben

#### 2.1.1 Bentonit

Bentonit merupakan sejenis tanah liat atau lempung yang terdiri dari  $\text{SiO}_2$  (silikon dioksida) dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (aluminium oksida) yang merupakan penyusun utama serta senyawa-senyawa lain seperti  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dan  $\text{K}_2\text{O}$  yang mengandung air. Bentonit berasal dari perubahan hidrotermal dari abu vulkanik (Rasyid, 2018). Bentonit merupakan tanah liat yang berasal dari abu vulkanik dengan komposisinya sebagian besar adalah mineral tanah liat smektit yaitu tanah liat yang bersifat plastis dan koloidal tinggi. Rumus kimia bentonit yaitu  $(\text{Mg,Ca})_x\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot y\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  dengan nilai  $n$  sekitar 8 dan  $x,y$  adalah nilai perbandingan antara  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan  $\text{SiO}_2$  (Prasetyowati, 2011). Istilah bentonit dikaitkan dengan setiap tanah liat plastis yang dihasilkan oleh perubahan abu organik atau kaca yang dipancarkan dari gunung berapi (Olugbenga *et al.*, 2013).

Bentonit adalah sejenis bahan struktural berlapis silikat. Komponen utama bentonit adalah montmorillonit yang memiliki ukuran partikel kecil, luas permukaan spesifik yang besar dan daya serap air yang kuat (Bulut *et al.*, 2009). Bentonit berbentuk seperti bubuk halus padat yang berwarna merah kecoklatan, berjenis lempung yang mengandung mineral *montmorillonite* sebagai kandungan utamanya berkisar antar 70-80% yang termasuk dalam kelompok dioktohedral.

Setiap struktur kristal bentonit mempunyai tiga lapisan yaitu lapisan oktahedral dari aluminium dan oksigen yang terletak antara dua lapisan tetrahedral dari silikon dan oksigen (Rasyid, 2018). Kandungan mineral lain dalam bentonit antara lain berupa mineral kaolinit, illit, kuarsa, kalsit, gypsum, plagioklas dan kristobalit. Bentonit sering disebut sebagai nama dagang dari *montmorillonite*, selain itu bentonit dikenal dan dipasarkan dengan berbagai sinonim seperti sabun tanah liat, sabun mineral, *wilkinite*, *staylite*, *vol-clay*, *aquagel*, *ardmorite*, *refinite* merupakan beberapa nama dagang yang disiapkan untuk bentonit (Atikah, 2018).

Bentonit banyak digunakan sebagai bahan baku pembantu dalam industri seperti industri kaca, marmar, keramik, migas, semen, industri minyak sawit dan lain-lain. Penggunaan bentonit yang lain adalah sebagai katalis atau adsorben dalam berbagai bidang seperti pada industri minyak kelapa sawit (Atikah, 2018). Bentonit mempunyai struktur berlapis dengan kemampuan menyerap air dalam volume besar, memiliki kapasitas penukaran kation yang tinggi serta dapat mengembang (*swelling*) apabila dilarutkan dalam air. Kemampuannya untuk mengembang yang besar mengakibatkan *montmorillonite* dapat mengadsorpsi sejumlah ion logam serta senyawa organik. Kemampuan mengembang serta luas permukaannya yang besar memungkinkan bentonit digunakan sebagai adsorben. (Nasir dkk 2020). Bentonit ialah salah satu jenis mineral lempung yang mempunyai sifat daya penyerap yang baik. Kemampuan untuk menyerap kotoran tersebut banyak digunakan dalam industri terutama industri minyak nabati atau minyak goreng.

Bentonit bertindak sebagai agen pemurnian dengan menghilangkan pigmen (sebagai klorofil), sisa getah, jejak logam, dan beberapa produk oksidasi melalui

adsorpsi, penyerapan, dan filtrasi kimia dan fisik. Selain itu, degradasi yang dikatalisis bentonit dari beberapa komponen minyak dapat diserap (Petretto *et al.*, 2017). Bentonit adalah salah satu jenis adsorben yang sering digunakan untuk proses *bleaching* minyak kelapa sawit, untuk menyerap zat warna serta pengotor-pengotor dalam minyak. Bentonit dapat digunakan sebagai adsorben karena memiliki kation-kation yang dapat ditukarkan (Rasyid, 2018). Menurut Annisah (2021), bentonit yang kondisi awalnya kurang baik dalam daya penyerapan dapat ditingkatkan daya adsorpsi tersebut dengan cara aktivasi secara kimia dengan menggunakan asam dan secara fisika dengan pemanasan.

Aktivasi secara kimia biasanya aktivasi dilakukan dengan senyawa asam seperti HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, dan HNO<sub>3</sub>. Penggunaan senyawa asam dalam aktivasi bentonit dapat memperbanyak gugus aktif serta meningkatkan keasaman permukaan sehingga menghasilkan bentonit dengan kapasitas adsorpsi yang makin besar. Aktivasi fisik dapat dilaksanakan dengan cara pemanasan pada suhu 100-200°C dengan tujuan untuk meningkatkan sifat-sifat khusus bentonit dengan cara menguapkan air yang terperangkap dalam pori kristal bentonit (Annisah, 2021).

### 2.1.2 Zeolit

Zeolit berasal dari kata “*zeinlithos*” yang artinya batuan berbuih. Zeolit merupakan kristal alumina silikat dengan rumus  $M_x/n[(Al_2O_3)_x(SiO_2)_y].zH_2O$ . Zeolit merupakan mineral hasil tambang yang kerangka dasarnya terdiri dari unit-unit tetrahedral SiO<sub>2</sub> (silikon dioksida) dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (aluminium oksida) yang saling berhubungan melalui atom O dengan rongga-rongga didalam yang berisi ion-ion logam biasanya golongan logam alkali (Margeta and Anamarija, 2020).

Mineral ini biasanya terdapat pada celah-celah ataupun rekahan dari batuan tersebut. Zeolit berasal dari muntahan gunung berapi yang membeku menjadi batuan vulkanik, batuan sedimen yang banyak mengandung unsur silika.

Umumnya komposisi zeolit alam mengandung klinoptilolit, mordenit, chabazit, erionit, phillipsit, chabazit dan laumontit (Lestari, 2010). Zeolit terdiri dari tiga komponen yaitu kation yang dipertukarkan, kerangka aluminosilikat serta fase air. Ikatan ion Al – Si – O membentuk struktur kristal sedangkan logam alkali merupakan sumber kation yang mudah dipertukarkan (Haryani, 2008). Beberapa sifat yang dimiliki oleh zeolit antara lain yaitu dehidrasi, adsorpsi, penukar ion, katalisator, dan separator. Dehidrasi pada zeolit menyebabkan struktur pada pori yang sangat terbuka, dan mempunyai luas permukaan internal yang luas sehingga mampu mengadsorpsi sejumlah besar substansi selain air dan mampu memisahkan zat berdasarkan ukuran molekul dan kepolarannya (Moshoeshoe, 2017).

Secara umum karakteristik struktur zeolit yaitu sangat berpori karena kristal zeolit merupakan kerangka yang terbentuk dari jaringan tetrahedral  $\text{SiO}_4$  dan  $\text{AlO}_4$  sehingga dapat digunakan sebagai salah satu alternatif adsorben yang memiliki kemampuan adsorpsi yang tinggi karena memiliki pori yang banyak dan mempunyai kapasitas tukar kation yang tinggi sehingga sangat cocok digunakan sebagai adsorben (Purnama dkk, 2014). Zeolit mengandung kation yang dapat dipertukarkan sehingga banyak digunakan dalam industri sebagai penukar ion, menghilangkan ion amonia dalam limbah, serta mengekstrak logam berat dalam limbah industri. Zeolit dipakai untuk penyaring molekul dan adsorben yang baik

untuk pemucatan warna minyak sawit dan berpotensi dalam pemurnian minyak goreng bekas pada industri pangan (Hartono dan Suhendi, 2020).

Adsorben zeolit dapat digunakan secara langsung namun daya serap dan daya tukar ion maupun katalis zeolit tersebut belum maksimal maka, untuk memperoleh zeolit dengan kemampuan yang tinggi diperlukan proses aktivasi. Proses aktivasi zeolit dapat dilakukan dengan cara yaitu secara fisika dan kimia (Sukmawati, 2017). Aktivasi secara fisika berupa pemanasan zeolit dengan tujuan untuk menguapkan air yang terperangkap dalam pori-pori kristal zeolit dan luas permukaan pori-pori akan bertambah sehingga zeolit dapat berfungsi sebagai penyerap. Zeolit diharapkan mampu menyerap asam lemak bebas maupun koloid yang ada dalam minyak goreng bekas (Akbar, 2021). Pemanasan dilakukan dalam oven pada suhu  $100 - 250^{\circ}\text{C}$  (Haryani, 2008). Aktivasi kimia yaitu dengan cara penambahan asam atau basa.

## **2.2 Adsorpsi**

Salah satu usaha dalam proses pemurnian minyak jelantah bisa dilakukan dengan cara adsorpsi. Adsorpsi dapat dipilih karena proses pelaksanaannya mudah dan harganya terjangkau (Yuliana dkk, 2005). Adsorpsi merupakan proses penyerapan yang terjadi pada permukaan ataupun pengumpulan molekul-molekul suatu zat pada permukaan zat lain akibat adanya ketidakseimbangan dan juga karena adanya gaya tarik menarik antar atom atau molekul pada permukaan zat. Adsorpsi dapat berhenti ketika sudah mencapai kesetimbangan antara gas atau cairan dengan permukaan padatan (Alamsyah dkk, 2017). Adsorpsi merupakan metode umum yang biasa digunakan untuk pemurnian minyak nabati dengan

menggunakan *bleaching agents*. Contoh *bleaching agents* adalah *bleaching earths* yang diaktivasi, karbon aktif dan gel silika. *Bleaching agents* biasanya memiliki permukaan besar sehingga dapat menghilangkan zat yang tidak diinginkan dari minyak tanpa merusak minyak (Usman *et al.*, 2013).

Bahan utama yang biasanya digunakan dalam proses adsorpsi adalah adsorben. Penggunaan adsorben pada proses adsorpsi bertujuan untuk memurnikan minyak jelantah dengan menghilangkan kadar asam lemak bebas dan warna yang ditimbulkan oleh reaksi pencoklatan (Pakpahan dkk, 2013). Adsorbat dan adsorben adalah istilah yang digunakan dalam proses adsorpsi, dimana istilah keduanya memiliki arti yang berbeda. Adsorben adalah suatu zat padat yang merupakan media penyerap, sedangkan adsorbat adalah suatu zat cair yang merupakan media yang diserap yang dapat berupa minyak (Evika, 2010). Adsorben yang memiliki antioksidan dapat menurunkan kadar bilangan peroksida dan asam lemak bebas pada minyak jelantah.

Menurut Evika (2010), mekanisme peristiwa adsorpsi berlangsung dengan cara molekul zat yang diserap berdifusi melalui suatu lapisan batas ke permukaan luar adsorben (difusi eksternal), sebagian ada yang teradsorpsi di permukaan luar dan sebagian berdifusi lanjut di dalam pori-pori adsorben tersebut (difusi internal). Menurut Sera dkk (2019), proses pemurnian minyak jelantah dengan menggunakan metode adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu:

1. Ukuran partikel adsorben, semakin kecil ukuran partikel maka akan semakin besar luas permukaannya sehingga akan semakin banyak zat yang teradsorpsi.

2. Konsentrasi adsorben, semakin tinggi konsentrasi adsorben maka semakin banyak zat yang akan teradsorpsi.
3. Waktu kontak, dibutuhkan waktu kontak yang cukup antara adsorbat dengan adsorben untuk mencapai kesetimbangan adsorpsi.
4. Ukuran molekul adsorbat, molekul yang dapat di adsorpsi adalah molekul yang diameternya lebih kecil atau sama dengan diameter pori adsorben.
5. Temperatur, sangat berpengaruh terhadap proses adsorpsi karena dapat menimbulkan laju perpindahan material yang akan di adsorpsi ke dalam pori, namun jika temperaturnya terlalu tinggi maka dapat menyebabkan desorpsi.

### 2.3 Minyak Jelantah

Minyak yang telah dipakai untuk menggoreng berulang kali disebut dengan minyak jelantah atau limbah minyak goreng. Minyak jelantah merupakan minyak yang telah rusak. Penggorengan dengan suhu tinggi ( $160^{\circ}\text{C} - 180^{\circ}\text{C}$ ) serta adanya kontak dengan udara dan air akan menimbulkan reaksi degradasi yang kompleks dalam minyak sehingga menghasilkan berbagai senyawa sebagai hasil dari reaksi tersebut (Rahayu, 2015). Penggunaan minyak goreng yang berulang akan membahayakan kesehatan tubuh karena pada saat pemanasan akan terjadi proses degradasi, oksidasi dan dehidrasi dari minyak tersebut yang menghasilkan senyawa radikal bebas dan senyawa toksik yang bersifat racun (Rukmini, 2007).

Tanda awal dari kerusakan minyak goreng adalah terbentuknya akrolein pada minyak goreng. Akrolein dapat menyebabkan rasa gatal pada tenggorokan saat mengkonsumsi makanan yang digoreng menggunakan minyak jelantah tersebut. Akrolein terbentuk dari hidrasi gliserol yang membentuk aldehida tidak jenuh atau

akrolein (Suhartina, 2018). Minyak jelantah apabila disimpan akan menjadikan minyak tersebut tengik. Bau tengik pada minyak disebabkan karena penyimpanan minyak yang kurang tepat dalam jangka waktu tertentu, sehingga menyebabkan pecahnya ikatan trigliserida menjadi gliserol dan asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*) (Fathanah dan lubis, 2022). Proses pemanasan minyak pada suhu yang terlalu tinggi dengan adanya oksigen akan mengakibatkan rusaknya asam-asam lemak tak jenuh yang terdapat di dalam minyak yaitu seperti asam oleat dan asam linoleat (Febriansyah, 2007).

Minyak jelantah mempunyai asam lemak jenuh yang lebih tinggi dari pada asam lemak tak jenuh. Asam lemak jenuh sangat berbahaya bagi tubuh karena dapat memicu berbagai penyakit yang dapat menyebabkan kematian seperti jantung dan stroke (Perwitasari, 2020). Minyak jelantah jika digunakan secara terus menerus dalam jangka waktu yang lama maka akan membahayakan tubuh karena minyak tersebut mengandung asam lemak yang tinggi. Beberapa jenis gangguan kesehatan yang disebabkan oleh minyak jelantah yaitu kerusakan di usus halus, pembuluh darah, jantung, hati, (dan Muhartono, 2019), kanker dan gatal tenggorokan (Patty dkk, 2017).

Minyak goreng yang digunakan secara terus menerus akan mengalami kerusakan. Kerusakan itu terjadi yaitu karena proses hidrolisis, oksidasi dan polimerisasi. Kerusakan yang terjadi inilah yang akan mempengaruhi mutu, kualitas, dan nilai gizi bahan pangan yang digoreng. Warna pada minyak yang berubah menjadi gelap dapat digunakan sebagai salah satu kriteria untuk

menentukan kualitas minyak (Juherah dan Khiki, 2021). Reaksi-reaksi yang terjadi pada minyak goreng yaitu :

#### 1. Hidrolisis

Reaksi hidrolisis terjadi akibat adanya interaksi air dengan minyak yang menyebabkan putusnya asam lemak pada minyak yang akan menghasilkan asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*) dan gliserol (Fathanah dan lubis, 2022). Asam, basa, dan enzim akan mempercepat reaksi hidrolisis. Minyak goreng yang mengalami hidrolisis, bahan-bahan menjadi coklat dan lebih menyerap minyak. Selama penyimpanan dan pengolahan minyak atau lemak maka asam lemak bebas akan bertambah, oleh karena itu asam lemak bebas harus dihilangkan dengan proses pemurnian untuk menghasilkan minyak yang lebih baik mutunya sehingga minyak tersebut dapat digunakan kembali (Winarno, 2004).

#### 2. Oksidasi

Menurut Buckle dkk (2013), reaksi oksidasi dapat terjadi selama masa penyimpanan yang terpapar udara, kerusakan pada minyak atau lemak yaitu timbulnya ketengikan yang disebabkan oleh reaksi oksidasi dari minyak atau lemak yang tak jenuh akibat adanya pemanasan yang akan membentuk peroksida atau hidroperoksida. Tingkat selanjutnya yaitu terurainya asam-asam lemak disertai dengan konversi hidroperoksida menjadi aldehid dan keton serta asam lemak bebas yang bersifat volatil dan menimbulkan bau tengik serta cita rasa yang tidak diinginkan dalam minyak. Selain bau dan rasa, reaksi oksidasi pada minyak akan menimbulkan warna gelap pada minyak goreng (Kusumawardhani, 2016).

Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya proses oksidasi pada minyak dan lemak yaitu cahaya, panas, logam-logam berat seperti Cu, Fe, Mn, dan Co, logam porfirin seperti hematin, hemoglobin, miglobin, klorofil, serta enzim-enzim lipoksidase (Winarno, 2004). Kesalahan penyimpanan minyak goreng juga dapat mengakibatkan terjadinya proses oksidasi yang mengakibatkan kerusakan pada minyak goreng (Irawan dkk, 2013).

### 3. Polimerisasi

Reaksi polimerisasi ini mengakibatkan minyak akan semakin kental. Pembentukan senyawa polimer ini terjadi ketika saat proses penggorengan karena reaksi polimerisasi adisi dari asam lemak tidak jenuh. Reaksi polimerisasi ini dapat dibuktikan dengan adanya endapan pada dasar wadah bekas penggorengan yang menyerupai bahan *Gummy Material* (Chairunnisa, 2013).

### 2.4 Pemurnian Minyak Jelantah

Pemurnian merupakan tahap awal yang dilakukan dalam proses memurnikan minyak jelantah yang bertujuan untuk menghilangkan bau tengik dari minyak, rasa, warna, dan mampu memperpanjang daya simpan sebelum digunakan kembali (Sagita dkk, 2020). Pemurnian minyak goreng bekas juga merupakan pemisahan produk reaksi degradasi dari minyak. Proses pemurnian yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan cara adsorpsi menggunakan adsorben (Abubakar, 2018).

Menurut Naomi dkk (2013), proses pemurnian minyak dapat dilakukan dalam beberapa tahapan sebagai berikut :

- a. Penghilangan bumbu (*despicing*)

Tahap awal pada proses pemurnian minyak jelantah yang bertujuan untuk melarutkan bumbu-bumbu yang terdapat di dalam minyak, dilakukan penyaringan untuk menyaring kotoran yang mengendap menggunakan kertas saring agar minyak terbebas dari kotoran.

b. Netralisasi

Bertujuan untuk menurunkan kadar asam lemak bebas yang terdapat di dalam minyak jelantah dengan mereaksikan asam lemak bebas tersebut dengan larutan basa. Proses netralisasi dapat menghilangkan bahan penyebab warna gelap, sehingga minyak menjadi lebih jernih. Bahan yang digunakan untuk proses netralisasi pada percobaan ini adalah Kalium Hidroksida (KOH).

c. Pemucatan (*bleaching*)

Menghilangkan zat warna pada minyak yaitu dengan penambahan *adsorbing agent* seperti arang aktif, tanah liat, atau dengan reaksi-reaksi kimia.

Proses pencampuran minyak dengan menggunakan sejumlah adsorben merupakan salah satu cara pemucatan (*bleaching*) minyak. Umumnya proses pemucatan minyak dapat menggunakan adsorben dari tanah pemucat (*bleaching earth*), arang pemucat (*bleaching carbon*) dan antioksidan alami (Prasetyowati, 2011). Bahan galian bentonit, zeolit maupun limbah hasil pertanian berupa sekam padi, tempurung kelapa, ampas tebu, jerami padi, kulit pisang, dan tongkol jagung merupakan jenis-jenis pemilihan adsorben (Rahayu dkk, 2014).

*Bleaching* menghilangkan pigmen dan senyawa lain yang tidak diinginkan yang memengaruhi rasa minyak secara negatif dengan bersentuhan dengan zat aktif permukaan yang menyerap partikel yang tidak diinginkan. *Bleaching* minyak sawit

dilakukan dengan menggunakan adsorben biasanya karbon aktif dan *bleaching earth* aktif. *Bleaching earth* ini terutama adalah Aluminium silikat yang biasanya merupakan lempung montmorillonit yang menunjukkan sifat adsorptif dalam keadaan aktif (Usman *et al.*, 2013).



### III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan mengenai: (1) Bahan dan Alat, (2) Metode Penelitian, dan (3) Prosedur Penelitian.

#### 3.1 Bahan dan Alat

##### 3.1.1 Bahan-bahan Penelitian

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak jelantah yang diperoleh dari sisa penggorengan “Ayam Goreng Kabita” yang sudah digunakan selama satu minggu. Jenis adsorben yang digunakan pada penelitian ini adalah bentonit dan zeolit.

Bahan yang akan digunakan untuk analisis berupa aquadest, alkohol 96%, indikator *phenolphthalein* (pp), NaOH 0,1 N, kloroform, asam asetat, KI jenuh, indikator amilum 1%,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,1 N.

##### 3.1.2 Alat-alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain yaitu spatula, cawan krus, tang krus, oven, *tube centrifuge*, loyang, timbangan analitik, shaker, sentrifugator, pipet tetes, erlenmeyer 250 mL, corong, gelas ukur, pipet seukuran 25 mL, pipet berukuran, *ball filler*, gelas kimia, *hot plate*, buret, statif dan klem, cuvet, dan spektrofotometer.

#### 3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian ini dilakukan menjadi dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama.

### 3.2.1 Penelitian Pendahuluan

Parameter yang digunakan pada penelitian pendahuluan adalah uji organoleptik terhadap warna dan aroma, intensitas warna (460 nm), kadar asam lemak bebas, dan angka peroksida pada minyak jelantah sebelum mendapatkan perlakuan. Metode uji organoleptik yang digunakan adalah uji hedonik pada tingkat kesukaan panelis sebanyak 30 orang.

Tujuan dari penelitian pendahuluan yaitu untuk menganalisis bahan baku (minyak jelantah) agar dapat diketahui organoleptik terhadap warna dan aroma, intensitas warna (460 nm), kadar asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*) dan angka peroksida pada minyak jelantah sebelum mendapatkan perlakuan sehingga dapat diketahui apakah jenis adsorben dan variasi waktu adsorpsi yang digunakan pada penelitian utama bisa mempengaruhi terhadap respon organoleptik, fisik dan respon kimia yang nantinya akan diperbandingkan dengan data yang diperoleh pada saat melakukan penelitian pendahuluan ini.

### 3.2.2 Penelitian utama

Penelitian utama bertujuan untuk menentukan jenis adsorben terbaik dan waktu adsorpsi terbaik untuk mendapatkan kualitas terbaik dari limbah minyak goreng. Parameter yang digunakan pada penelitian utama adalah uji organoleptik terhadap warna dan aroma, intensitas warna (460 nm), kadar asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*) dan angka peroksida. Uji organoleptik didasarkan pada tingkat kesukaan panelis sebanyak 30 orang. Penelitian utama terdiri dari rancangan perlakuan, rancangan percobaan, rancangan analisis, dan rancangan respon.

### 3.2.2.1 Rancangan Perlakuan

Rancangan perlakuan yang dilakukan pada penelitian utama terdiri dari dua faktor. Faktor pertama adalah jenis adsorben (J) yang terdiri dari dua taraf dan faktor kedua adalah waktu adsorpsi (W) yang terdiri dari tiga taraf.

Faktor perlakuan:

- a. Jenis adsorben (J) terdiri dari dua taraf :

$j_1 = \text{bentonit}$

$j_2 = \text{zeolit}$

- b. Waktu adsorpsi (W) terdiri dari tiga taraf :

$w_1 = 24 \text{ jam}$

$w_2 = 48 \text{ jam}$

$w_3 = 72 \text{ jam}$

### 3.2.2.2 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang dilakukan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan pola faktorial  $2 \times 3$  dengan 4 kali ulangan untuk setiap kombinasi perlakuan, sehingga diperoleh sebanyak 24 satuan percobaan. Model percobaan untuk Rancangan Acak Kelompok dengan 4 kali ulangan adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + K_k + J_i + W_j + (JW)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan :

$Y_{ijk}$  = Nilai pengamatan dari kelompok ke-k, yang memperoleh taraf ke-i dari faktor (J), taraf ke-j dari faktor (W).

$\mu$  = Nilai rata-rata sebenarnya

$K_k$  = Pengaruh taraf ke-K

$J_i$  = Pengaruh perlakuan taraf ke-i faktor jenis adsorben (J)

$W_j$  = Pengaruh perlakuan taraf ke-j faktor waktu adsorpsi (W)

$(JW)_{ij}$  = Pengaruh interaksi taraf ke-i faktor jenis adsorben (J) dan taraf ke-j faktor waktu adsorpsi (W)

$i$  = 1,2,3 (variasi jenis adsorben)

$j$  = 1,2,3 (variasi waktu adsorpsi)

$k$  = 1,2,3 (banyaknya ulangan)

$\epsilon_{ijk}$  = Pengaruh galat dari satuan percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan ij

Tabel 1. Model Rancangan Percobaan Pola Faktorial 2x3 dengan Rancangan Acak Kelompok 4 kali ulangan

| Jenis Adsorben<br>(J) | Waktu Adsorpsi<br>(W) | Ulangan  |          |          |          |
|-----------------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|
|                       |                       | 1        | 2        | 3        | 4        |
| $j_1$<br>(bentonit)   | $w_1$ (24 jam)        | $j_1w_1$ | $j_1w_1$ | $j_1w_1$ | $j_1w_1$ |
|                       | $w_2$ (48 jam)        | $j_1w_2$ | $j_1w_2$ | $j_1w_2$ | $j_1w_2$ |
|                       | $w_3$ (72 jam)        | $j_1w_3$ | $j_1w_3$ | $j_1w_3$ | $j_1w_3$ |
| $j_2$<br>(zeolit)     | $w_1$ (24 jam)        | $j_2w_1$ | $j_2w_1$ | $j_2w_1$ | $j_2w_1$ |
|                       | $w_2$ (48 jam)        | $j_2w_2$ | $j_2w_2$ | $j_2w_2$ | $j_2w_2$ |
|                       | $w_3$ (72 jam)        | $j_2w_3$ | $j_2w_3$ | $j_2w_3$ | $j_2w_3$ |

Tabel 2. Denah (Layout) Pola Faktorial 2x3 dalam Rancangan Acak Kelompok dan 24 percobaan dengan metode angka acak

| Kelompok Ulangan 1 |          |          |          |          |          |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1                  | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        |
| $j_1W_3$           | $j_1W_1$ | $j_2W_1$ | $j_2W_3$ | $j_2W_2$ | $j_1W_2$ |
| Kelompok Ulangan 2 |          |          |          |          |          |
| 1                  | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        |
| $j_1W_2$           | $j_1W_1$ | $j_2W_3$ | $j_2W_2$ | $j_2W_1$ | $j_1W_3$ |
| Kelompok Ulangan 3 |          |          |          |          |          |
| 1                  | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        |
| $j_1W_1$           | $j_2W_3$ | $j_2W_1$ | $j_1W_3$ | $j_2W_2$ | $j_1W_2$ |
| Kelompok Ulangan 4 |          |          |          |          |          |
| 1                  | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        |
| $j_1W_3$           | $j_2W_2$ | $j_1W_1$ | $j_2W_3$ | $j_2W_1$ | $j_1W_2$ |

### 3.2.2.3 Rancangan Analisis

Berdasarkan rancangan di atas, maka dapat dibuat analisis variansi (ANAVA) untuk mendapatkan kesimpulan mengenai pengaruh perlakuan. Hipotesis variansi percobaan dengan RAK dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Analisis Variansi Percobaan dengan RAK

| Sumber Variansi | Derajat Bebas (db) | Jumlah Kuadrat (JK) | Kuadrat Tengah (KT) | F Hitung    | F Tabel 5% |
|-----------------|--------------------|---------------------|---------------------|-------------|------------|
| Kelompok        | $r - 1$            | JKK                 | JKK/dbK             | —           | —          |
| Perlakuan       | $jw - 1$           | JKP                 | JKA/dbP             | —           | —          |
| Faktor J        | $j - 1$            | JK(J)               | JK(J)/dbJ           | KT(J)/KTG   |            |
| Faktor W        | $w - 1$            | JK(W)               | JK(W)/dbW           | KT(W)/KTG   |            |
| Interaksi JW    | $(j - 1)(w - 1)$   | JK(JW)              | JK(JW)/dbJW         | KT(JxW)/KTG |            |
| Galat           | $(r - 1)(jw - 1)$  | JKG                 | JKG/dbG             |             |            |
| Total           | $rjw - 1$          | JKT                 | JKT/dbT             |             |            |

Sumber: (Gaspersz, 1995).

Data diatas dapat dibuat tabel analisis variansi (ANAVA), selanjutnya ditentukan daerah penolakan hipotesis, yaitu :

1.  $H_0$  diterima, jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , pada taraf 5% yang berarti terdapat pengaruh yang nyata antara jenis adsorben dan waktu adsorpsi terhadap karakteristik minyak jelantah, sehingga perlu dilakukan uji lanjut Duncan untuk melihat perbedaan antar perlakuan dari masing-masing perlakuan pada taraf 5%.
2.  $H_0$  ditolak, jika  $F_{hitung} \leq F_{tabel}$  pada taraf 5 % yang berarti tidak ada pengaruh yang nyata antara jenis adsorben dan waktu adsorpsi terhadap karakteristik minyak jelantah.

#### 3.2.2.4 Rancangan Respon

Rancangan respon yang dilakukan dalam penelitian utama meliputi respon organoleptik, fisik dan kimia.

##### 1. Respon Organoleptik

Tipe pengujian yang dilakukan uji organoleptik adalah uji hedonik. Tujuan uji hedonik ini adalah untuk menentukan tingkat kesukaan panelis terhadap sifat organoleptik dari minyak jelantah. Uji hedonik atau uji kesukaan pada dasarnya merupakan pengujian dimana panelis mengemukakan pendapatnya secara spontan, tanpa membandingkan dengan sampel standar atau sampel-sampel yang diuji sebelumnya (Kartika dkk, 1988).

Uji hedonik terhadap sampel minyak jelantah dilakukan pada 30 orang panelis yang belum terlatih dan diminta untuk memberikan nilai terhadap warna dan aroma minyak jelantah. Skala penilaian uji hedonik dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Tabel Skala Penilaian Uji Hedonik

| Skala Hedonik          | Skala Numerik |
|------------------------|---------------|
| Amat sangat suka       | 8             |
| Sangat suka            | 7             |
| Suka                   | 6             |
| Agak suka              | 5             |
| Agak tidak suka        | 4             |
| Tidak suka             | 3             |
| Sangat tidak suka      | 2             |
| Amat sangat tidak suka | 1             |

Sumber: (Kartika dkk, 1988).

## 2. Respon Fisik

Respon fisik yang dilakukan pada penelitian ini adalah analisis intensitas warna menggunakan metode spektrofotometri pada panjang gelombang 460 nm dipakai sebagai indeks warna minyak (Aziz dkk, 2016).

## 3. Respon Kimia

Respon kimia yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengujian terhadap kadar asam lemak bebas (FFA) dengan metode alkalimetri (Sudarmadji dkk, 2010) dan angka peroksida dengan metode iodometri (Sudarmadji dkk, 2010).

### 3.3 Prosedur Penelitian

#### 3.3.1 Prosedur Percobaan Penelitian Pendahuluan

##### 1. Persiapan bahan baku

Disiapkan minyak jelantah yang diperoleh dari “Ayam Goreng Kabita” di Soreang sebanyak 10 gram untuk 1 perlakuan.

## 2. Pengamatan

Minyak jelantah kemudian dilakukan uji organoleptik terhadap warna dan aroma menggunakan uji hedonik (Kartika, 1988), intensitas warna menggunakan spektrofotometer (Aziz dkk, 2016), kadar asam lemak bebas (FFA) (Sudarmadji dkk, 2010), dan angka peroksida (Sudarmadji dkk, 2010).

### 3.3.2 Prosedur Percobaan Penelitian Utama

#### 1. Persiapan bahan baku

Disiapkan minyak goreng jelantah yang diperoleh dari “Ayam Goreng Kabita” di Soreang sebanyak 10 gram untuk masing-masing perlakuan dengan jumlah perlakuan sebanyak 24 sehingga total minyak jelantah yang dibutuhkan sebanyak 240 gram. Kemudian adsorben ditimbang sebanyak 6% (dari berat minyak) yaitu sebanyak 0,6 gram pada masing-masing jenis adsorben untuk 24 perlakuan, jenis adsorben yang digunakan terdiri dari bentonit dan zeolit.

#### 2. Aktivasi adsorben

Adsorben bentonit dan zeolit diaktivasi terlebih dahulu pada suhu 130°C selama 3 jam di dalam oven. Proses aktivasi ini bertujuan untuk menguapkan air yang terperangkap pada pori adsorben sehingga daya serapnya semakin meningkat (Kusumastuti, 2010).

#### 3. Pencampuran

Proses pencampuran dilakukan dengan cara menambahkan bahan penyerap (adsorben) pada minyak jelantah. Masukkan minyak jelantah sebanyak 10 gram kedalam *tube centrifuge* lalu tambahkan adsorben dengan berat masing-masing yaitu sebanyak 6% (b/b), lalu *tube centrifuge* diletakan didalam loyang kemudian

loyang yang berisi *tube centrifuge* diletakan pada alat shaker dengan waktu adsorpsi selama 24, 48 dan 72 jam dengan kecepatan 200 rpm. Proses ini bertujuan agar minyak jelantah menjadi jernih kembali.

#### 4. Pemisahan

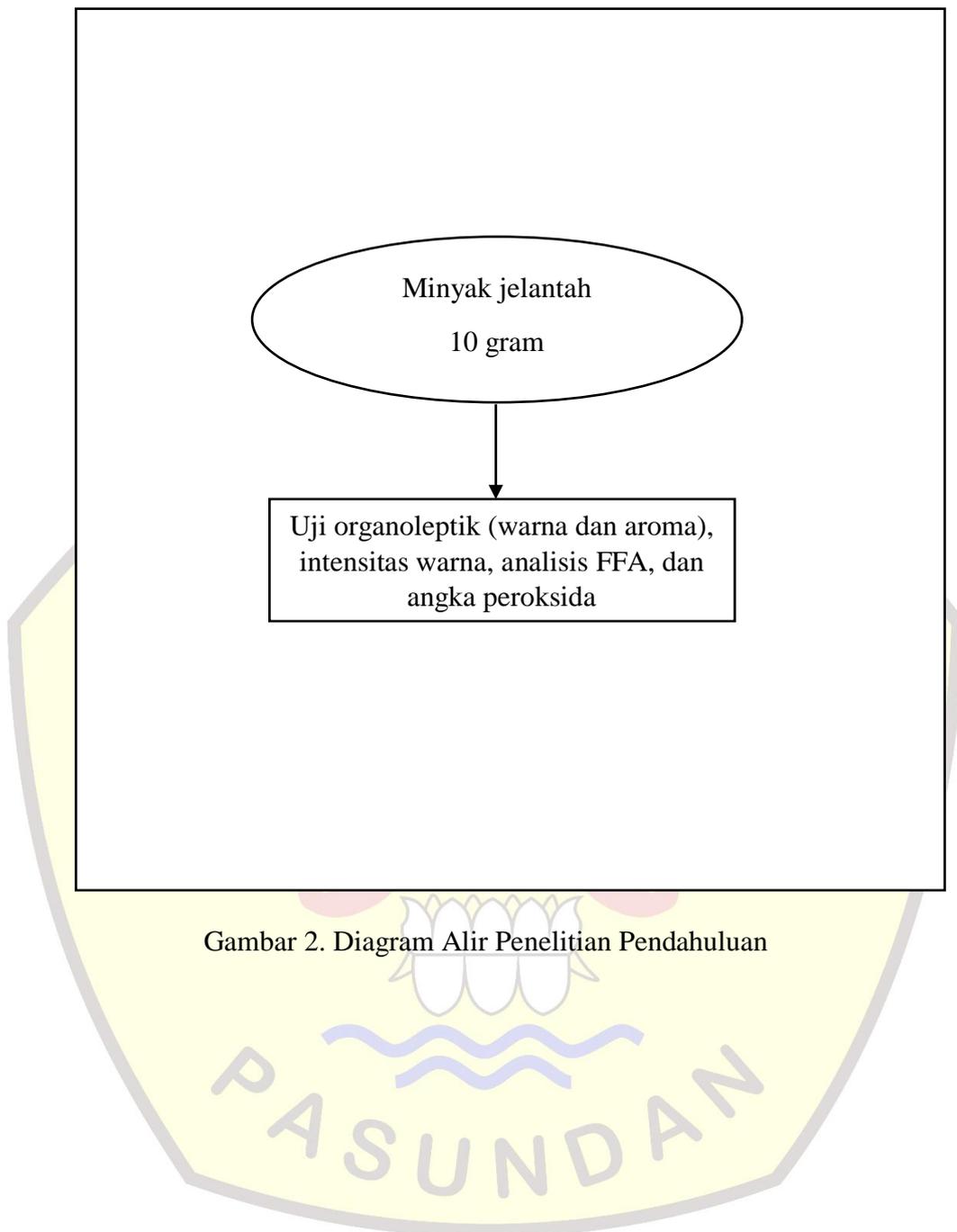
Tujuan dari proses pemisahan adalah untuk memisahkan adsorben dari adsorbat (minyak jelantah hasil adsorpsi). Pemisahan dilakukan dengan alat sentrifugator selama 10 menit dengan kecepatan 5000 rpm.

#### 5. Pemipetan

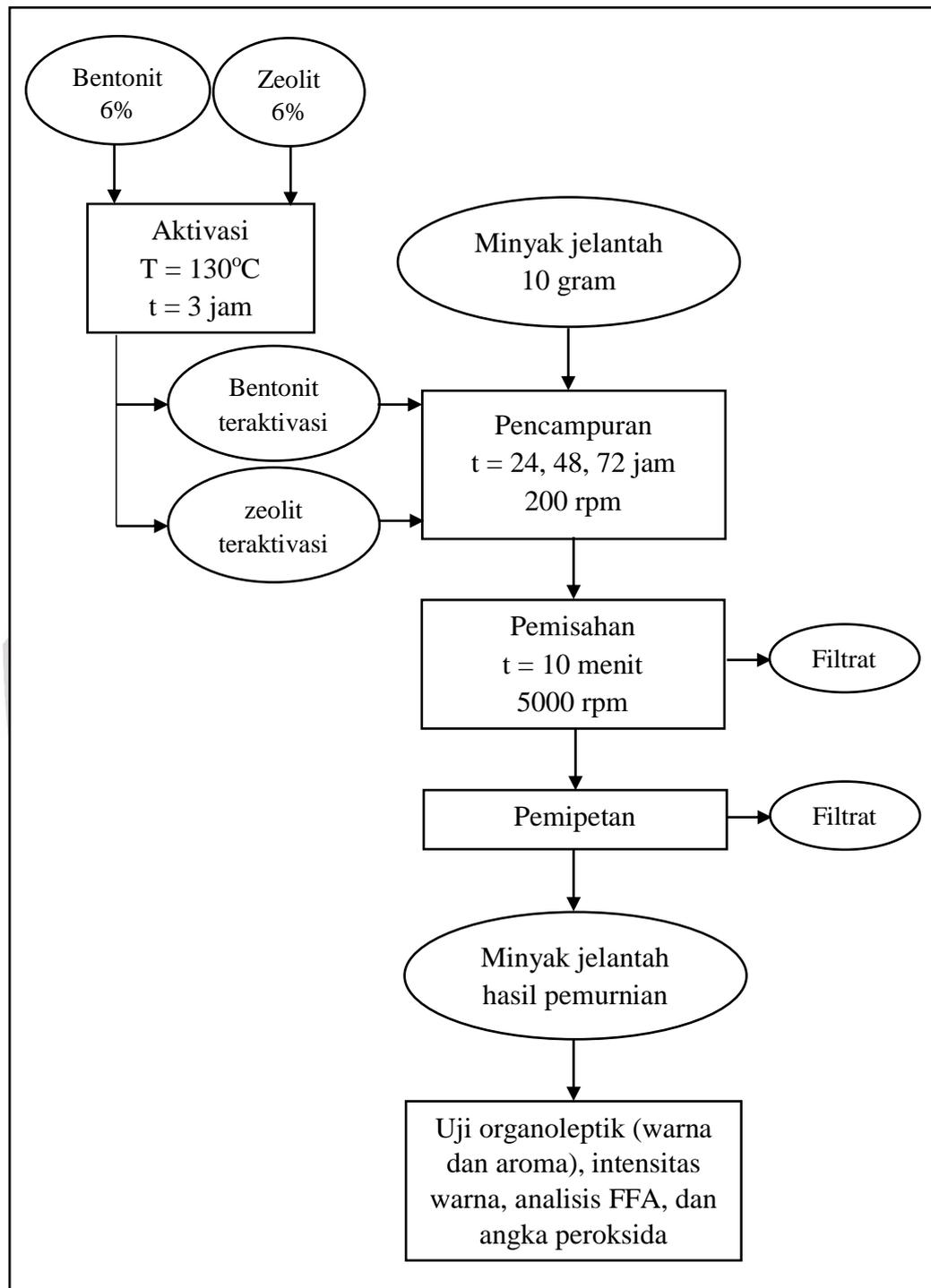
Minyak jelantah hasil pemisahan menggunakan sentrifugator selanjutnya dipipet untuk memisahkan minyak jelantah hasil adsorpsi dengan adsorben yang akan digunakan untuk analisis.

#### 6. Pengamatan

Minyak jelantah hasil adsorpsi kemudian dilakukan uji organoleptik terhadap warna dan aroma menggunakan uji hedonik (Kartika, 1988), intensitas warna menggunakan spektrofotometer (Aziz dkk, 2016), kadar asam lemak bebas (FFA) (Sudarmadji dkk, 2010), dan angka peroksida (Sudarmadji dkk, 2010).



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan



Gambar 3. Diagram Alir Pemurnian Minyak Jelantah oleh Bentonit dan Zeolit pada Penelitian Utama

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan mengenai: (1) Hasil dan Pembahasan Penelitian Pendahuluan, dan (2) Hasil dan Pembahasan Penelitian Utama.

### 4.1 Hasil dan Pembahasan Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan ini bertujuan untuk menganalisis bahan baku (minyak jelantah) agar dapat diketahui respon organoleptik terhadap warna dan aroma, intensitas warna, kadar asam lemak bebas, dan angka peroksida pada minyak jelantah sebelum mendapatkan perlakuan yang nantinya akan diperbandingkan dengan data yang diperoleh pada saat melakukan penelitian utama. Hasil dari analisis penelitian pendahuluan dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisis Penelitian Pendahuluan

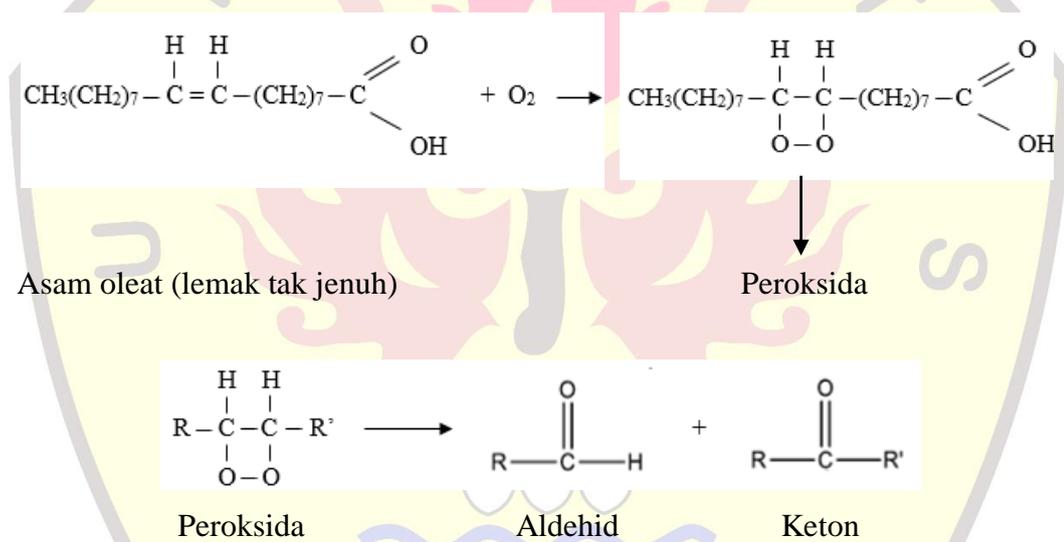
| Analisis               | Hasil                         |
|------------------------|-------------------------------|
| Organoleptik warna     | 3,167                         |
| Organoleptik aroma     | 2,567                         |
| Intensitas warna       | 4,836 abs                     |
| Kadar asam lemak bebas | 1,911%                        |
| Angka peroksida        | 22,594 mek O <sub>2</sub> /kg |

#### 4.1.1 Respon Organoleptik

##### 4.1.1.1 Warna

Analisis organoleptik terhadap warna pada minyak jelantah dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap atribut warna yang terdapat pada minyak jelantah sebelum dilakukan proses pemurnian. Berdasarkan nilai rata-rata kesukaan pada atribut warna yang diberikan oleh 30 panelis dengan nilai 3,167

yaitu kisaran tidak suka. Menurut SNI (2013), warna minyak goreng yaitu muda dan jernih sedangkan pada penelitian ini berwarna coklat pekat dan keruh sehingga pada tingkat kesukaan menunjukkan tidak disukai oleh panelis. Warna gelap pada minyak goreng terutama disebabkan oleh pemanasan suhu tinggi serta secara berulang yang akan menyebabkan minyak teroksidasi membentuk peroksida yang bersifat labil dimana peroksida tersebut akan terdekomposisi membentuk aldehid dan keton. Aldehid dan keton ini mudah menguap yang akan menyebabkan *browning* dan bau tengik (Fathanah dan lubis, 2022). Reaksi pembentukan aldehid dan keton pada minyak dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Reaksi Pembentukan Aldehid dan Keton

#### 4.1.1.2 Aroma

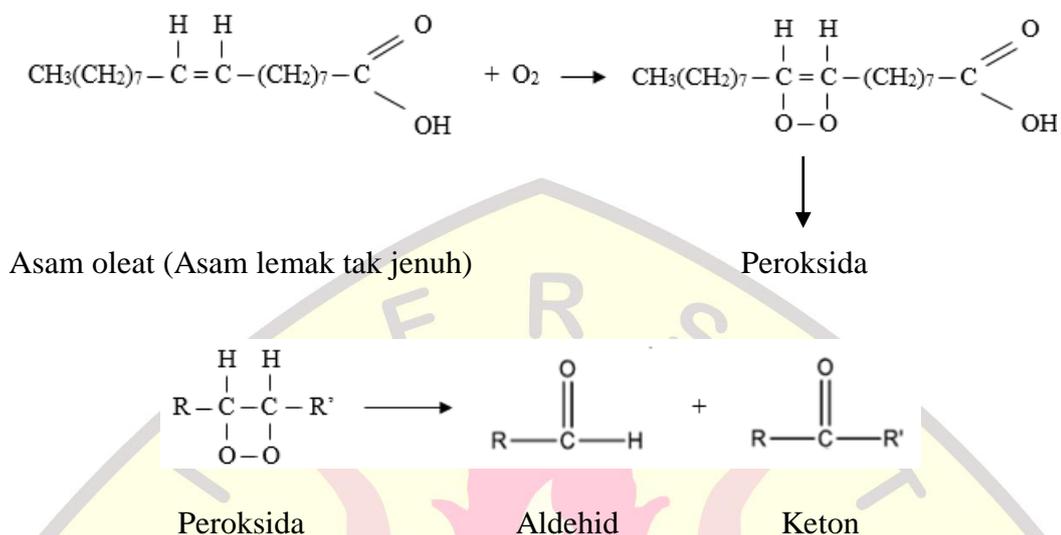
Analisis organoleptik terhadap aroma pada minyak jelantah dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap atribut aroma yang terdapat pada minyak jelantah sebelum dilakukan proses pemurnian. Berdasarkan nilai rata-rata kesukaan pada atribut aroma yang diberikan oleh 30 panelis dengan nilai 2,567

yaitu kisaran sangat tidak suka – tidak suka. Menurut SNI (2013), aroma minyak goreng yaitu normal (tidak tengik) sedangkan pada penelitian ini beraroma ayam dan tengik sehingga pada tingkat kesukaan menunjukkan sangat tidak disukai – tidak disukai oleh panelis. Aroma dapat diukur menggunakan sensori yaitu indra penciuman. Bau tengik pada minyak diakibatkan oleh pemanasan suhu tinggi dan secara berulang yang akan menyebabkan minyak teroksidasi menjadi asam lemak bebas dan gliserol. Pelepasan asam lemak bebas rantai pendek seperti butirir, kaproat dan asam kaprat akan menyebabkan aroma tengik pada minyak (Fathanah dan lubis, 2022).

#### 4.1.2 Respon Fisik

Analisis intensitas warna metode spektrofotometri pada minyak jelantah dilakukan untuk mengetahui nilai absorbansi yang terdapat pada minyak jelantah sebelum dilakukan proses pemurnian. Berdasarkan hasil analisis intensitas warna menggunakan spektrofotometer diperoleh nilai absorbansi minyak sebesar 4,836 abs yang artinya warna pada minyak tersebut adalah pekat. Menurut penelitian Paramitha (2012), bahwa semakin tinggi nilai absorbansi minyak menunjukkan semakin pekat warna pada minyak tersebut dan sebaliknya. Menurut SNI (2013), warna minyak goreng yaitu muda dan jernih sedangkan pada penelitian ini berwarna coklat pekat dan keruh sehingga belum memenuhi SNI. Warna gelap pada minyak goreng terutama disebabkan oleh pemanasan suhu tinggi serta secara berulang yang akan menyebabkan minyak teroksidasi membentuk peroksida yang bersifat labil dimana peroksida tersebut akan terdekomposisi membentuk aldehid dan keton. Aldehid dan keton ini mudah menguap yang akan menyebabkan

*browning* dan bau tengik (Fathanah dan lubis, 2022). Reaksi pembentukan aldehid dan keton pada minyak dapat dilihat pada gambar 5.



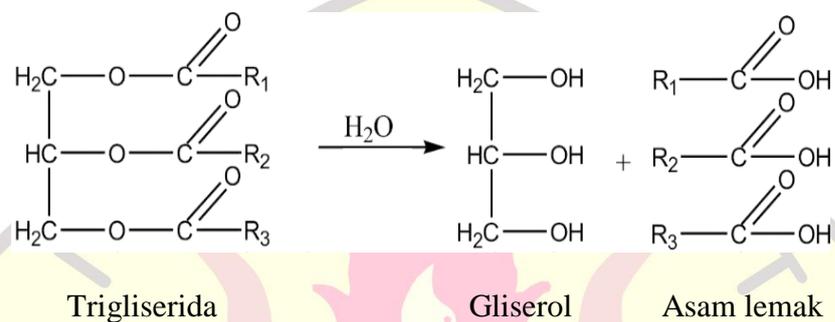
Gambar 5. Reaksi Pembentukan Aldehid dan Keton

### 4.1.3 Respon Kimia

#### 4.1.3.1 Kadar Asam Lemak Bebas (FFA)

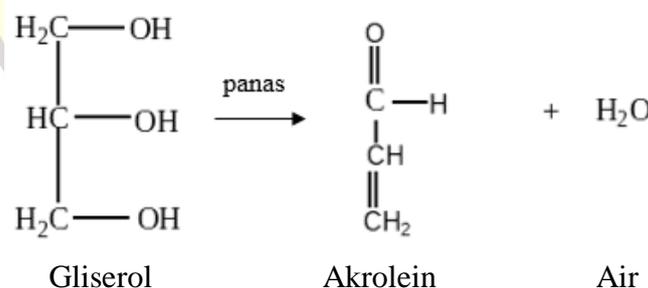
Analisis kadar asam lemak bebas metode alkalimetri pada minyak jelantah dilakukan untuk mengetahui besarnya kadar asam lemak bebas yang terdapat pada minyak jelantah sebelum dilakukan proses pemurnian. Berdasarkan hasil analisis kadar asam lemak bebas metode alkalimetri diperoleh nilai FFA minyak sebesar 1,911%. Menurut SNI (2013), kadar asam lemak bebas yaitu maksimal 0,3% sehingga kadar asam lemak bebas pada penelitian ini belum memenuhi SNI. Kadar asam lemak bebas pada penelitian ini melebihi standar maka minyak tersebut sudah tidak layak untuk digunakan. Kerusakan minyak yang utama yaitu peristiwa hidrolisis. Reaksi hidrolisis terjadi pada minyak atau trigliserida yang diakibatkan oleh adanya air. Minyak yang dipanaskan akan mengalami hidrolisis oleh air dan

uap air sehingga menghasilkan gliserol dan asam lemak bebas. Asam lemak bebas ini menjadi petunjuk dalam menganalisis tingkat kerusakan minyak (Hastuti dan Fitriyah, 2021). Jumlah asam lemak bebas yang semakin tinggi menunjukkan bahwa semakin rendah kualitas minyak tersebut (Megawati dan Muhartono, 2019). Reaksi hidrolisis pada minyak dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Reaksi Hidrolisis pada Minyak

Proses pemanasan minyak dalam suhu tinggi juga akan menyebabkan minyak mengalami pirolisis yaitu reaksi dekomposisi karena panas. Pirolisis menyebabkan terbentuknya akrolein yaitu senyawa sejenis aldehyd yang dapat menyebabkan iritasi tenggorokan seperti rasa gatal. Akrolein terbentuk dari hidrasi gliserol pada bahan yang digoreng membentuk aldehida tak jenuh (akrolein) (Suhartina, 2018). Reaksi pembentukan akrolein dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Reaksi Pembentukan Akrolein



## 4.2 Hasil dan Pembahasan Penelitian Utama

### 4.2.1 Respon Organoleptik

#### 4.2.1.1 Warna

Penentuan penerimaan terhadap produk pangan dapat dilakukan melalui uji organoleptik. Uji hedonik merupakan pengujian yang meminta panelis mengemukakan responnya berupa suka atau tidaknya terhadap sifat bahan yang diuji, melalui uji hedonik dapat diketahui sifat suatu bahan yang dihasilkan baik rasa, aroma, warna, dan tekstur (Kartika, 1988). Warna minyak merupakan parameter utama yang dilihat oleh panelis. Warna gelap pada minyak goreng terutama disebabkan oleh beberapa reaksi oksidatif, polimerisasi, hingga adanya bahan kimia terlarut yang timbul dari makanan terutama berasal dari hasil proses *Maillard* (Manu *et al.*, 2018). Reaksi *Maillard* merupakan interaksi antar komponen dalam makanan seperti gula dan asam amino akan berkontribusi juga terhadap terbentuknya warna gelap dalam minyak tersebut (Yustinah, 2013).

Hasil perhitungan ANAVA, jenis adsorben, waktu adsorpsi, serta interaksi keduanya berpengaruh terhadap respon organoleptik atribut warna minyak jelantah dimana nilai  $F$  hitung  $>$   $F$  tabel 5% maka dilakukan uji lanjut duncan. Perbedaan jenis adsorben dan waktu adsorpsi dapat meningkatkan kesukaan panelis yang artinya warna pada minyak jelantah semakin jernih. Hasil uji lanjut duncan dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Pengaruh Interaksi Jenis Adsorben (J) dan Waktu Adsorpsi (W) terhadap Respon Organoleptik Atribut Warna Minyak Jelantah

| Jenis adsorben<br>(J)   | Waktu adsorpsi (W) |                |                |
|-------------------------|--------------------|----------------|----------------|
|                         | w1<br>(24 jam)     | w2<br>(48 jam) | w3<br>(72 jam) |
| <b>j1</b><br>(bentonit) | 5,808<br>a         | 6,433<br>b     | 6,383<br>b     |
| <b>j2</b><br>(zeolit)   | 3,517<br>a         | 3,642<br>a     | 3,675<br>a     |

Keterangan :

- Setiap huruf yang berbeda menyatakan perbedaan yang nyata menurut uji duncan pada taraf 5%.
- Huruf kecil dibaca secara horizontal dan huruf kapital dibaca secara vertikal.

Nilai kesukaan terhadap jenis adsorben bentonit lebih disukai dibandingkan dengan jenis adsorben zeolit. Semakin meningkatnya waktu adsorpsi pada jenis adsorben bentonit maka nilai kesukaan panelis terhadap warna semakin meningkat yang artinya warna minyak semakin jernih, tetapi pada waktu adsorpsi 72 jam ada sedikit penurunan tingkat kesukaan dikarenakan pada waktu 48 jam dan 72 jam memiliki warna yang hampir sama sehingga memungkinkan panelis memberikan nilai yang hampir sama. Adsorben zeolit tidak mengalami peningkatan nilai kesukaan panelis terhadap warna dengan semakin meningkatnya waktu adsorpsi. Setelah dilakukan proses pemurnian dengan jenis adsorben (bentonit dan zeolit) dengan waktu adsorpsi (24, 48, 72 jam), terjadi peningkatan penilaian organoleptik oleh panelis terhadap atribut warna yang sebelumnya pada penelitian pendahuluan panelis memberikan nilai rata-rata 3,167 (tidak suka) menjadi 3,517 – 6,383 (agak tidak suka – suka).

Warna minyak yang didapat pada masing-masing perlakuan belum sesuai dengan persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu muda dan jernih sedangkan pada penelitian ini masih berwarna kecoklatan, maka minyak hasil pemurnian ini tidak layak untuk dikonsumsi. Hasil warna minyak yang masih tidak sesuai dapat disebabkan oleh minyak yang digunakan berulang selama 7 hari dengan pemanasan suhu tinggi maka masih terdapat peroksida yang bersifat labil yang menghasilkan aldehid dan keton akan menyebabkan *browning* pada minyak jelantah meskipun sudah dilakukan proses pemurnian (Atikah, 2018).

#### 4.2.1.2 Aroma

Penentuan penerimaan terhadap produk pangan dapat dilakukan melalui uji organoleptik. Uji hedonik merupakan pengujian yang meminta panelis mengemukakan responnya berupa suka atau tidaknya terhadap sifat bahan yang diuji. Melalui uji hedonik dapat diketahui sifat suatu bahan yang dihasilkan baik rasa, aroma, warna, dan tekstur (Kartika, 1988). Aroma merupakan penerimaan konsumen terhadap suatu bahan pangan seperti minyak. Bau tengik dapat terjadi karena pemanasan suhu tinggi, penyimpanan yang tidak tepat dalam jangka waktu tertentu serta terpapar sinar matahari atau cahaya. Bau tengik pada minyak diakibatkan oleh hasil samping reaksi oksidasi pada tahap terminasi yaitu keton dan aldehid, kedua gugus ini dapat memberikan bau yang tidak sedap pada suatu pangan sehingga bau tengik pada minyak goreng bekas tercium (Haili dkk, 2021).

Hasil perhitungan ANAVA, jenis adsorben, waktu adsorpsi, serta interaksi keduanya tidak berpengaruh terhadap respon organoleptik atribut aroma minyak jelantah dimana nilai  $F_{hitung} \leq F_{tabel 5\%}$  maka tidak dilakukan uji lanjut duncan.

Nilai rata-rata kesukaan yang diberikan dari 30 panelis untuk atribut aroma berkisar antara 3,725 – 4,008 yaitu kisaran tidak suka dan agak suka. Aroma minyak yang didapat pada masing-masing perlakuan belum sesuai dengan persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu normal (tidak tengik) sedangkan pada penelitian ini masih beraroma tengik, maka minyak hasil pemurnian ini tidak layak untuk dikonsumsi. Hasil aroma minyak yang masih tidak sesuai dapat disebabkan oleh minyak yang digunakan berulang selama 7 hari dengan pemanasan suhu tinggi maka masih terdapat asam lemak bebas yang menyebabkan bau tengik pada minyak jelantah meskipun sudah dilakukan proses pemurnian. Hal ini menandakan bahwa bentonit dan zeolit kurang efektif dalam menyerap bau tengik pada minyak.

Proses adsorpsi pada penelitian ini tidak mampu menghilangkan bau tengik serta aroma ayam goreng pada minyak jelantah secara total. Penelitian sebelumnya oleh Setiawan dkk (2016), aroma minyak biji karet yang dihasilkan pada penelitian ini masih sedikit beraroma pelarut n-heksana. Hal ini disebabkan karena sifat minyak yang sangat mudah menyerap bau. Lemak atau minyak dapat mengabsorpsi zat menguap yang dihasilkan dari bahan lain sehingga minyak biji karet masih memiliki bau pelarut n-heksana.

#### 4.2.2 Respon Fisik

##### 4.2.2.1 Intensitas Warna

Warna minyak banyak digunakan sebagai indeks untuk menentukan kualitas minyak goreng. Warna gelap pada minyak goreng terutama disebabkan oleh beberapa reaksi oksidatif, polimerisasi, hingga adanya bahan kimia terlarut yang timbul dari makanan terutama berasal dari hasil proses *Maillard* (Mannu *et al.*,

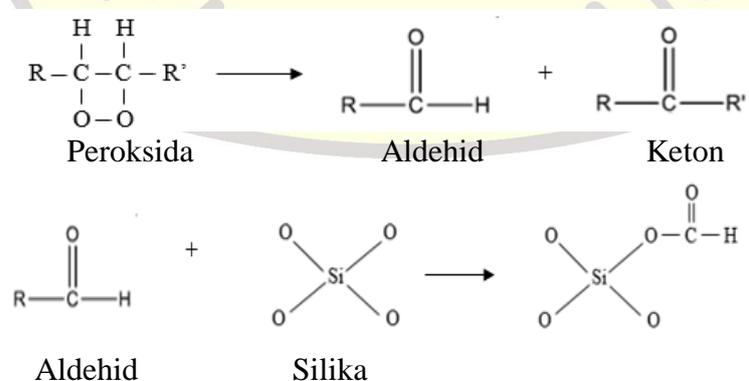
2018). Reaksi *Maillard* merupakan interaksi antar komponen dalam makanan seperti gula dan asam amino akan berkontribusi juga terhadap terbentuknya warna gelap dalam minyak tersebut (Yustinah, 2013).

Hasil perhitungan ANAVA, jenis adsorben, waktu adsorpsi, serta interaksi keduanya berpengaruh terhadap intensitas warna minyak jelantah dimana nilai  $F_{hitung} > F_{tabel 5\%}$  maka dilakukan uji lanjut duncan. Perbedaan jenis adsorben dan waktu adsorpsi dapat menurunkan absorbansi pada minyak jelantah. Penentuan absorbansi warna menggunakan spektrofotometer dengan minyak baru sebagai blanko. Penurunan nilai absorbansi minyak menunjukkan semakin jernih warna pada minyak tersebut yang disebabkan oleh proses adsorpsi menggunakan adsorben (Paramitha, 2012).

Kapasitas adsorpsi oleh adsorben dapat meningkat tergantung pada kondisi aktivasi (suhu, konsentrasi, waktu kontak, kecepatan pencampuran, dan ukuran partikel) dan komposisinya (Aguilar *et al.*, 2020). Menurut penelitian sebelumnya oleh Hartono (2020), menurunnya nilai absorbansi pada minyak disebabkan oleh proses aktivasi pada adsorben, proses adsorpsi menggunakan adsorben zeolit yang teraktivasi memiliki pori-pori dan luas permukaan dalam jumlah besar dibandingkan dengan zeolit yang tidak diaktivasi, maka zeolit yang sudah teraktivasi dapat mengikat dan menyerap warna lebih banyak. Lempung teraktivasi lebih banyak menyerap pigmen warna daripada lempung inaktif (Ajemba and Onukwuli, 2013). Kusumastuti (2010), menyatakan bahwa proses aktivasi bertujuan untuk menguapkan air yang terperangkap pada pori adsorben sehingga daya serapnya akan semakin meningkat.

Faktor lain penurunan nilai absorbansi pada pemurnian minyak ini yaitu dengan adanya proses sentrifugasi. Menurut penelitian sebelumnya oleh Tambunan dkk (2013), bahwa kekeruhan pada minyak ikan dapat dipisahkan oleh proses sentrifugasi sehingga dapat memisahkan fraksi tersabunkan. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Batafor (2014), menyatakan bahwa pada peningkatan kecepatan sentrifugasi dapat mengakibatkan peningkatan nilai kejernihan terhadap minyak. Menurut Prasetyowati (2011), bentonit akan mempengaruhi tingkat kejernihan dari minyak yang dihasilkan karena mempunyai bentuk yang berongga atau berpori sehingga berfungsi untuk menyerap kotoran dan warna.

Penyebab warna gelap pada minyak goreng disebabkan oleh pemanasan suhu tinggi serta secara berulang akan menyebabkan minyak teroksidasi membentuk peroksida yang bersifat labil dimana peroksida tersebut akan terdekomposisi membentuk aldehid dan keton. Aldehid dan keton ini mudah menguap yang akan menyebabkan *browning* dan bau tengik. Berkurangnya warna gelap pada minyak karena senyawa aldehid akan teradsorpsi pada permukaan adsorben sehingga intensitas warna akan menurun (Fathanah dan lubis, 2022). Reaksi adsorben dapat menurunkan intensitas warna pada minyak dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Reaksi Adsorben dalam Menurunkan Intensitas Warna

Faktor lain yaitu selama proses penggorengan, senyawa nitrogen (protein) dan fosfatida yang terekstrak dari bahan pangan yang digoreng misalnya daging, ikan, telur, dan lain-lain akan membentuk senyawa berwarna dalam minyak, yaitu senyawa melanoidin (Yustinah, 2013). Berkurangnya warna gelap pada minyak karena senyawa melanoidin akan teradsorpsi pada permukaan adsorben sehingga konsentrasinya dalam minyak berkurang (Miyagi dkk, 2001). Mekanisme kerja adsorben berlangsung dengan cara molekul zat yang diserap berdifusi melalui suatu lapisan batas ke permukaan luar adsorben (difusi eksternal), sebagian ada yang teradsorpsi di permukaan luar dan sebagian berdifusi lanjut di dalam pori-pori adsorben tersebut (difusi internal) (Ojewumi *et al.*, 2021). Hasil uji lanjut duncan dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Pengaruh Interaksi Jenis Adsorben (J) dan Waktu Adsorpsi (W) terhadap Intensitas Warna (abs)

| Jenis adsorben<br>(J)   | Waktu adsorpsi (W) |                |                |
|-------------------------|--------------------|----------------|----------------|
|                         | w1<br>(24 jam)     | w2<br>(48 jam) | w3<br>(72 jam) |
| <b>j1</b><br>(bentonit) | 2,255<br>b         | 2,090<br>a     | 2,059<br>a     |
| <b>j2</b><br>(zeolit)   | 2,541<br>a         | 2,524<br>a     | 2,512<br>a     |

Keterangan :

- Setiap huruf yang berbeda menyatakan perbedaan yang nyata menurut uji duncan pada taraf 5%.
- Huruf kecil dibaca secara horizontal dan huruf kapital dibaca secara vertikal.

Setelah dilakukan proses pemurnian dengan jenis adsorben (bentonit dan zeolit) dengan waktu adsorpsi (24, 48, 72 jam), terjadi penurunan nilai intensitas warna yang sebelumnya pada penelitian pendahuluan 4,836 abs menjadi 2,541 –

2,059 abs. Nilai intensitas warna terhadap jenis adsorben bentonit lebih rendah dibandingkan dengan jenis adsorben zeolit. Semakin tinggi nilai intensitas warna maka warna pada minyak akan semakin pekat dan sebaliknya semakin rendah nilai intensitas warna maka warna pada minyak akan semakin jernih (Paramitha, 2012).

Absorbansi pada minyak jelantah selama proses pemurnian dengan bentonit lebih tinggi penurunannya dibandingkan dengan penggunaan zeolit. Hal ini terjadi karena kemampuan bentonit lebih besar daya serap warnanya daripada zeolit. Faktor pertama yaitu bentonit mempunyai porositas yang tinggi dan ukuran partikel yang lebih kecil, sehingga kemampuan absorpsi terhadap komponen warna pada minyak akan lebih tinggi dibandingkan zeolit. Hal ini diperkuat oleh pernyataan (Cheremisinoff and Moressi, 2000) yang menyatakan bahwa porositas dan ukuran partikel bahan pemucat akan berpengaruh terhadap proses adsorpsi, dimana semakin *porous* bahan pemucat maka daya serap warnanya akan semakin tinggi.

Faktor lainnya yaitu bentonit mempunyai komposisi senyawa  $\text{SiO}_2$  (silikon dioksida) atau  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (aluminium oksida) yang cukup tinggi dibandingkan dengan komposisi zeolit, sehingga mampu menyerap warna dalam minyak jelantah secara optimal. Menurut Komar dan Rahardjo (2008), perbandingan  $\text{SiO}_2$  atau  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang semakin tinggi maka akan semakin kuat daya serapnya. Adapun komposisi kimia bentonit dan zeolit seperti pada tabel berikut.

Tabel 8. Komposisi Kimia Bentonit

| Senyawa                        | %     |
|--------------------------------|-------|
| SiO <sub>2</sub>               | 62,12 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 17,33 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 5,30  |
| CaO                            | 3,68  |
| MgO                            | 3,30  |
| Na <sub>2</sub> O              | 0,50  |
| K <sub>2</sub> O               | 0,55  |
| H <sub>2</sub> O               | 7,22  |

Sumber : Bath dkk, 2012.

Tabel 9. Komposisi Kimia Zeolit

| Senyawa                        | %     |
|--------------------------------|-------|
| SiO <sub>2</sub>               | 53,23 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 10,28 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 4,84  |
| CaO                            | 27,69 |
| MgO                            | 1,59  |
| Na <sub>2</sub> O              | 0,33  |
| K <sub>2</sub> O               | 0,90  |
| H <sub>2</sub> O               | 1,14  |

Sumber : Moshoeshoe *et al.*, 2017.

Semakin meningkatnya waktu adsorpsi pada jenis adsorben bentonit maka nilai intensitas warna semakin menurun yang artinya warna minyak semakin jernih, namun hal ini tidak terjadi pada adsorben zeolit yang tidak mengalami penurunan intensitas warna dengan semakin meningkatnya waktu adsorpsi. Menurut penelitian Suryani (2016), menyatakan bahwa laju penurunan warna akan sangat cepat di waktu awal saat minyak kontak dengan adsorben lalu menurun di titik dimana kesetimbangan akan tercapai sehingga tidak ada warna yang bisa dipisahkan. Penelitian yang dilakukan oleh Purnama dkk (2014), menyatakan bahwa semakin lama waktu adsorpsi, maka tumbukan antara molekul akan semakin besar karena

kesempatan zat-zat pereaksi untuk saling bertumbukan semakin luas sehingga makin banyak zat pengotor dalam minyak jelantah yang teradsorpsi oleh adsorben.

Warna minyak yang didapat pada masing-masing perlakuan belum sesuai dengan persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu kuning sampai jingga. Hasil warna minyak yang masih tidak sesuai dapat disebabkan oleh minyak yang digunakan berulang selama 7 hari dengan pemanasan suhu tinggi maka kadar asam lemak bebas dan kadar peroksida pada minyak jelantah masih tinggi meskipun sudah dilakukan proses pemurnian (Atikah, 2018).

#### 4.2.3 Respon Kimia

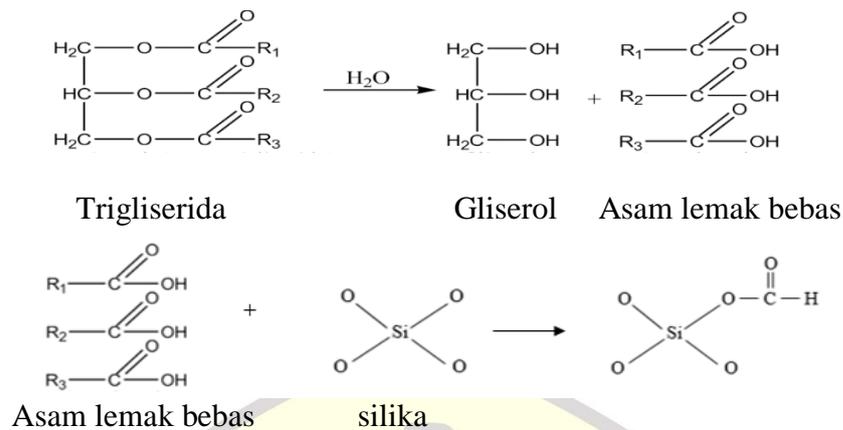
##### 4.2.3.1 Kadar Asam Lemak Bebas (FFA)

Kadar asam lemak bebas menjadi indikator mutu minyak goreng. Asam lemak bebas adalah asam lemak yang tidak terikat sebagai trigliserida. Bilangan asam dinyatakan sebagai jumlah miligram NaOH yang dibutuhkan untuk menetralkan asam lemak bebas dari satu gram minyak (Fathanah dan lubis, 2022). Minyak mengalami kenaikan kadar asam lemak bebas karena pengaruh panas pada penggorengan yang berulang akan mengalami proses hidrolisis trigliserida yang menyebabkan terbentuknya asam lemak bebas pada minyak serta adanya air dari bahan yang digoreng. Peningkatan jumlah asam lemak bebas akan menurunkan mutu minyak dan meningkatkan potensi terjadinya kerusakan pada minyak (Ahmadi, 2007).

Hasil perhitungan ANAVA, jenis adsorben, waktu adsorpsi, serta interaksi keduanya berpengaruh terhadap kadar asam lemak bebas minyak jelantah dimana nilai  $F$  hitung  $>$   $F$  tabel 5% maka dilakukan uji lanjut duncan. Perbedaan jenis

adsorben dan waktu adsorpsi dapat menurunkan kadar asam lemak bebas pada minyak jelantah. Adanya penurunan asam lemak bebas ini disebabkan oleh kemampuan bentonit dan zeolit yang teraktivasi dapat menyerap asam lemak bebas. Bentonit yang teraktivasi digunakan untuk pemurnian, penghilangan warna dan stabilisasi minyak nabati. Selama pemurnian, adsorben dapat menghilangkan produk yang tidak diinginkan seperti hidroperoksida yang dibentuk oleh oksidasi, asam lemak tak jenuh dan gliserida (Christidis and Kosiari, 2013). Pernyataan ini didukung oleh Kusumastuti (2010), yang mengatakan bahwa zeolit yang telah diaktifkan akan memiliki kemampuan yang lebih besar dalam menyerap asam lemak bebas dibandingkan dengan zeolit yang tidak teraktivasi. Proses aktivasi menyebabkan terjadinya penguapan air, luas permukaan meningkat, terjadi peningkatan porositas, dan perubahan perbandingan Si/Al (Ahmadi, 2009).

Silika merupakan adsorben yang bersifat polar karena memiliki gugus siloksan (-Si-O-Si-) dan silanol (-Si-OH-) (Fatimah, 2005). Bentonit dan zeolit mempunyai kemampuan menyerap molekul-molekul polar karena memiliki kandungan silika yang tinggi (Moshoeshe, 2017). Menurunnya bilangan asam pada minyak jelantah yaitu akibat terserapnya senyawa asam lemak bebas pada sisi aktif di permukaan adsorben. Senyawa asam lemak bebas memiliki ujung karboksil yang polar sehingga dapat diserap oleh adsorben bentonit dan zeolit yang juga bersifat polar (Fitriyana dan Safitri, 2015). Menurut Mega dan Nurul (2012), adsorben dengan perbandingan jumlah  $\text{SiO}_2$  atau  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tinggi yang bersifat hidrofilik (suka air) akan menyerap molekul polar. Reaksi adsorben dapat menurunkan asam lemak bebas pada minyak dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Reaksi Adsorben dalam Menurunkan Asam Lemak Bebas

Fatimah dan Sangi (2010), menyatakan bahwa bentonit bersifat mengembang bila terkena air (*swelling bentonite*) maka air yang ada dalam minyak dapat ditarik oleh adsorben melalui ikatan hidrogen, yaitu melalui tarikan antara oksigen dengan kutub negatif dan hidroksil dengan kutub positif dari ion-ion air. Hal ini berkaitan dengan kemampuan adsorben dalam menyerap molekul air, karena berkurangnya kadar air menyebabkan trigliserida yang terhidrolisis menjadi asam lemak bebas akan berkurang. Hasil uji lanjut duncan dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Pengaruh Interaksi Jenis Adsorben (J) dan Waktu Adsorpsi (W) terhadap Kadar Asam Lemak Bebas (%)

| Jenis adsorben<br>(J) | Waktu adsorpsi (W) |                |                |
|-----------------------|--------------------|----------------|----------------|
|                       | w1<br>(24 jam)     | w2<br>(48 jam) | w3<br>(72 jam) |
| j1<br>(bentonit)      | 1,249<br>c         | 1,122<br>b     | 1,039<br>a     |
| j2<br>(zeolit)        | 1,571<br>a         | 1,559<br>a     | 1,553<br>a     |

Keterangan :

- Setiap huruf yang berbeda menyatakan perbedaan yang nyata menurut uji duncan pada taraf 5%.
- Huruf kecil dibaca secara horizontal dan huruf kapital dibaca secara vertikal.

Setelah dilakukan proses pemurnian dengan jenis adsorben (bentonit dan zeolit) dengan waktu adsorpsi (24, 48, 72 jam), terjadi penurunan nilai kadar asam lemak bebas yang sebelumnya pada penelitian pendahuluan 1,911% menjadi 1,637 – 1,039%. Nilai kadar asam lemak bebas terhadap jenis adsorben bentonit lebih rendah dibandingkan dengan jenis adsorben zeolit. Asam lemak bebas pada minyak jelantah selama proses pemurnian dengan bentonit lebih tinggi penurunannya dibandingkan dengan penggunaan zeolit. Hal ini terjadi karena bentonit yang digunakan mempunyai komposisi perbandingan senyawa  $\text{SiO}_2$  atau  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang cukup tinggi, sehingga mampu menurunkan asam lemak bebas pada minyak jelantah secara optimal. Menurut Komar dan Rahardjo (2008), kandungan  $\text{SiO}_2$  atau  $\text{Al}_2\text{O}_3$  pada bentonit atau zeolit dapat mengikat air. Perbandingan  $\text{SiO}_2$  atau  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang semakin tinggi maka akan semakin kuat daya serapnya. Mega dan Nurul (2012), menyatakan bahwa daya pemucat bentonit tergantung dari perbandingan komposisi  $\text{SiO}_2$  atau  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Peningkatan kapasitas adsorpsi oleh adsorben tergantung pada kondisi aktivasi (suhu, konsentrasi dan jenis asam, waktu kontak, kecepatan pencampuran, dan ukuran partikel) dan komposisinya (Aguilar *et al.*, 2020). Adapun komposisi kimia bentonit dan zeolit seperti pada tabel berikut.

Tabel 11. Komposisi Kimia bentonit

| Senyawa                 | %     |
|-------------------------|-------|
| $\text{SiO}_2$          | 62,12 |
| $\text{Al}_2\text{O}_3$ | 17,33 |
| $\text{Fe}_2\text{O}_3$ | 5,30  |
| CaO                     | 3,68  |
| MgO                     | 3,30  |
| $\text{Na}_2\text{O}$   | 0,50  |
| $\text{K}_2\text{O}$    | 0,55  |
| $\text{H}_2\text{O}$    | 7,22  |

Sumber : Bath dkk, 2012.

Tabel 12. Komposisi Kimia Zeolit

| Senyawa                        | %     |
|--------------------------------|-------|
| SiO <sub>2</sub>               | 53,23 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 10,28 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 4,84  |
| CaO                            | 27,69 |
| MgO                            | 1,59  |
| Na <sub>2</sub> O              | 0,33  |
| K <sub>2</sub> O               | 0,90  |
| H <sub>2</sub> O               | 1,14  |

Sumber : Moshoeshoe *et al.*, 2017.

Semakin meningkatnya waktu adsorpsi pada jenis adsorben bentonit maka nilai kadar asam lemak bebas semakin menurun yang artinya kualitas minyak semakin baik, namun hal ini tidak terjadi pada adsorben zeolit yang tidak mengalami penurunan kadar asam lemak bebas dengan semakin meningkatnya waktu adsorpsi. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Sukmawati (2017), menunjukkan bahwa waktu adsorpsi yang semakin lama akan terjadi kontak antara bentonit atau zeolit dengan minyak semakin lama juga, sehingga asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak jelantah akan semakin banyak yang teradsorpsi oleh adsorben tersebut. Penelitian sebelumnya oleh Purnama dkk (2014), menyatakan bahwa semakin lama waktu pengadukan, maka tumbukan antara molekul semakin besar karena kesempatan zat-zat pereaksi untuk saling bertumbukan semakin luas sehingga semakin asam lemak bebas dalam minyak jelantah yang teradsorpsi oleh adsorben.

Penggunaan adsorben bentonit dan zeolit belum memberikan angka yang signifikan untuk menurunkan kadar asam lemak bebas pada minyak jelantah, sehingga dalam penelitian ini minyak yang diteliti dengan penggunaan adsorben bentonit dan zeolit belum mampu menghasilkan minyak dengan kadar asam lemak

bebas memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI) yakni maksimum 0,3%, maka minyak hasil pemurnian ini tidak layak untuk dikonsumsi. Hasil kadar asam lemak bebas yang tidak berbeda jauh dapat disebabkan oleh kadar asam lemak bebas yang sudah tinggi pada minyak jelantah, hal ini menyebabkan adsorben akan mengalami kondisi yang jenuh sehingga sudah mencapai kapasitas serap yang maksimal (Fitriyana & Safitri, 2015).

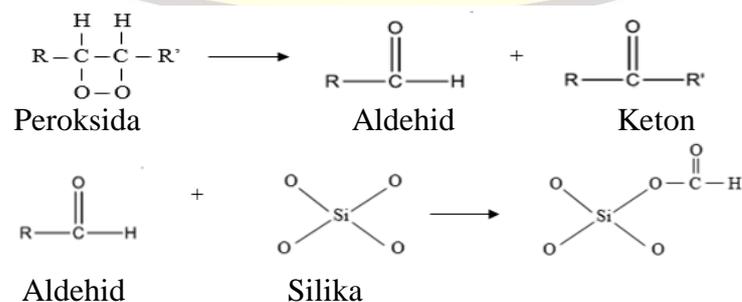
#### 4.2.3.2 Angka Peroksida

Nilai terpenting untuk menentukan tingkat kerusakan minyak yaitu angka peroksida. Bilangan peroksida adalah banyaknya mili ekivalen peroksida pada setiap 1000 g minyak atau lemak. Nilai peroksida menunjukkan tingkat reaksi oksidasi dalam minyak (Meesuk and Vorasith, 2006). Minyak goreng yang digunakan berulang mengandung asam lemak tidak jenuh yang dapat mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya sehingga membentuk senyawa peroksida (Fitriyana dan Safitri, 2015). Bilangan peroksida yang tinggi mengidentifikasi lemak atau minyak sudah mengalami oksidasi. Semakin besar angka peroksida menunjukkan semakin besar pula derajat kerusakan pada minyak atau lemak (Buckle dkk, 2013).

Hasil perhitungan ANAVA, jenis adsorben, waktu adsorpsi, serta interaksi keduanya berpengaruh terhadap angka peroksida minyak jelantah dimana nilai  $F_{hitung} > F_{tabel 5\%}$  maka dilakukan uji lanjut duncan. Perbedaan jenis adsorben dan waktu adsorpsi dapat menurunkan angka peroksida pada minyak jelantah. Menurut penelitian sebelumnya oleh Atikah (2018), berkurangnya angka peroksida pada minyak disebabkan oleh proses aktivasi pada adsorben, proses adsorpsi

menggunakan adsorben bentonit yang teraktivasi akan memiliki luas permukaan dan pori-pori dalam jumlah besar dibandingkan dengan bentonit yang tidak diaktivasi, sehingga bentonit teraktivasi dapat mengikat dan menyerap senyawa peroksida lebih banyak. Bentonit apabila dipanaskan maka daya serapnya akan bertambah. Bentonit yang teraktivasi digunakan untuk pemurnian, penghilangan warna dan stabilisasi minyak nabati. Selama pemurnian, adsorben dapat menghilangkan produk yang tidak diinginkan seperti hidroperoksida yang dibentuk oleh oksidasi, asam lemak tak jenuh dan gliserida (Christidis and Kosiari, 2013).

Faktor lain pada penurunan angka peroksida diungkapkan oleh Widayat (2007), pada minyak terjadi akibat terserapnya senyawa peroksida oleh pori-pori yang ada pada permukaan adsorben. Adsorben bentonit atau zeolit memiliki komponen utama yaitu  $\text{SiO}_2$  (silikon dioksida) yang bersifat polar, sehingga dapat mengikat dengan kuat senyawa peroksida yang juga bersifat polar. Kusumastuti (2010), mengungkapkan bahwa menurunnya angka peroksida disebabkan karena molekul minyak yang relatif besar terpecah menjadi radikal atau molekul yang lebih kecil berupa aldehid dan keton, senyawa ini mempunyai gugus yang polar sehingga dapat berinteraksi atau terikat dengan adsorben yang mempunyai gugus polar juga. Reaksi adsorben dapat menurunkan angka peroksida pada minyak dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Reaksi Adsorben dalam Menurunkan Angka Peroksida

Menurut penelitian Polii (2016), menurunnya angka peroksida pada minyak kelapa setelah ditambahkan adsorben bentonit disebabkan jenis adsorben bentonit mampu menghambat proses reaksi antara oksigen dengan asam lemak terutama asam lemak tidak jenuh dalam minyak karena bentonit ini bersifat reduktor. Hasil uji lanjut duncan dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 13. Pengaruh Interaksi Jenis Adsorben (J) dan Waktu Adsorpsi (W) terhadap Angka Peroksida (mek O<sub>2</sub>/kg)

| Jenis adsorben<br>(J)    | Waktu adsorpsi (W) |                |                |
|--------------------------|--------------------|----------------|----------------|
|                          | w1<br>(24 jam)     | w2<br>(48 jam) | w3<br>(72 jam) |
| <b>j1<br/>(bentonit)</b> | 20,459<br>c        | 19,543<br>b    | 18,863<br>a    |
| <b>j2<br/>(zeolit)</b>   | 21,607<br>a        | 21,434<br>a    | 21,253<br>a    |

Keterangan :

- Setiap huruf yang berbeda menyatakan perbedaan yang nyata menurut uji duncan pada taraf 5%.
- Huruf kecil dibaca secara horizontal dan huruf kapital dibaca secara vertikal.

Setelah dilakukan proses pemurnian dengan jenis adsorben (bentonit dan zeolit) dengan waktu adsorpsi (24, 48, 72 jam), terjadi penurunan nilai angka peroksida yang sebelumnya pada penelitian pendahuluan 22,594 mek O<sub>2</sub>/kg menjadi 21,607 – 18,964 mek O<sub>2</sub>/kg. Nilai angka peroksida terhadap jenis adsorben bentonit lebih rendah dibandingkan dengan jenis adsorben zeolit. Peroksida pada minyak jelantah selama proses pemurnian dengan bentonit lebih tinggi penurunannya dibandingkan dengan penggunaan zeolit. Hal ini terjadi karena bentonit yang digunakan mempunyai komposisi perbandingan senyawa SiO<sub>2</sub> atau Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang cukup tinggi, sehingga mampu menurunkan angka peroksida pada

minyak jelantah secara optimal. Menurut penelitian Komar dan Rahardjo (2008), kemampuan untuk menyerap senyawa peroksida menggunakan bentonit lebih besar daripada menggunakan zeolit karena bentonit mempunyai pori-pori dalam jumlah besar, maka semakin tinggi perbandingan  $\text{SiO}_2$  atau  $\text{Al}_2\text{O}_3$  daya serapnya akan semakin kuat. Peningkatan kapasitas adsorpsi oleh adsorben tergantung pada kondisi aktivasi (suhu, jenis asam, waktu kontak, kecepatan pencampuran, dan ukuran partikel) dan komposisinya (Aguilar *et al.*, 2020). Adapun komposisi kimia bentonit dan zeolit seperti pada tabel berikut.

Tabel 14. Komposisi Kimia bentonit

| Senyawa                 | %     |
|-------------------------|-------|
| $\text{SiO}_2$          | 62,12 |
| $\text{Al}_2\text{O}_3$ | 17,33 |
| $\text{Fe}_2\text{O}_3$ | 5,30  |
| $\text{CaO}$            | 3,68  |
| $\text{MgO}$            | 3,30  |
| $\text{Na}_2\text{O}$   | 0,50  |
| $\text{K}_2\text{O}$    | 0,55  |
| $\text{H}_2\text{O}$    | 7,22  |

Sumber : Bath dkk, 2012.

Tabel 15. Komposisi Kimia Zeolit

| Senyawa                 | %     |
|-------------------------|-------|
| $\text{SiO}_2$          | 53,23 |
| $\text{Al}_2\text{O}_3$ | 10,28 |
| $\text{Fe}_2\text{O}_3$ | 4,84  |
| $\text{CaO}$            | 27,69 |
| $\text{MgO}$            | 1,59  |
| $\text{Na}_2\text{O}$   | 0,33  |
| $\text{K}_2\text{O}$    | 0,90  |
| $\text{H}_2\text{O}$    | 1,14  |

Sumber : Moshoeshoe *et al.*, 2017.

Semakin meningkatnya waktu adsorpsi pada jenis adsorben bentonit maka nilai angka peroksida semakin menurun yang artinya kualitas minyak semakin baik,

namun hal ini tidak terjadi pada adsorben zeolit yang tidak mengalami penurunan angka peroksida dengan semakin meningkatnya waktu adsorpsi. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Purnama dkk (2014), menyatakan bahwa semakin lama waktu pengadukan, maka tumbukan antara molekul semakin besar karena kesempatan zat-zat pereaksi untuk saling bertumbukan semakin luas sehingga zat pengotor dalam minyak jelantah yang teradsorpsi oleh adsorben. Menurut Sera dkk (2019), semakin lama adsorben berkontak dengan adsorbat maka pada situs aktif adsorben akan semakin dipenuhi oleh adsorbat.

Bilangan peroksida yang didapat pada masing-masing perlakuan belum sesuai dengan persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu maksimal 10 mek O<sub>2</sub>/kg, maka minyak hasil pemurnian ini tidak layak untuk dikonsumsi. Hasil angka peroksida yang tidak berbeda jauh dapat disebabkan oleh kadar peroksida yang sudah tinggi pada minyak jelantah, hal ini menyebabkan adsorben akan mengalami kondisi yang jenuh sehingga sudah mencapai kapasitas serap yang maksimal (Fitriyana & Safitri, 2015).

Syarat mutu minyak goreng berdasarkan Standar Nasional Indonesia seperti pada tabel 16.

Tabel 16. Syarat Mutu Minyak Goreng

| No                                     | Kriteria Uji  | Satuan                 | Persyaratan      |
|--|---|------------------------|------------------|
| 1                                      | Keadaan   |                        |                  |
| 1.1                                    | Bau   | -                      | Normal           |
| 1.2                                    | Warna   | -                      | Muda dan jernih  |
| 2                                      | Kadar air   | %(b/b)                 | Maks 0,15        |
| 3                                      | Asam lemak bebas  | %(b/b)                 | Maks 0,3         |
| 4                                      | Bilangan Peroksida                                      | mek O <sub>2</sub> /kg | Maks 10          |
| 5                                      | Minyak pelikan  | -                      | negatif          |
| 6                                      | Asam linoleat (C18:3) dalam komposisi asam lemak minyak | %                      | maks 2           |
| 7                                      | Cemaran logam   |                        |                  |
| 7.1                                    | Kadmium (Cd)  | mg/kg                  | Maks 0,2         |
| 7.2                                    | Timbal (Pb)   | mg/kg                  | Maks 0,1         |
| 7.3                                    | Timah (Sn)  | mg/kg                  | Maks 40,0/250,0* |
| 7.4                                    | Merkuri (Hg)  | mg/kg                  | Maks 0,05        |
| 8                                      | Cemaran arsen (As)                                      | mg/kg                  | maks 0,1         |
| <b>CATATAN:</b> * dalam kemasan kaleng |   |                        |                  |

Sumber : SNI 01 – 3741 – 2013

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menguraikan mengenai: (1) Kesimpulan, dan (2) Saran.

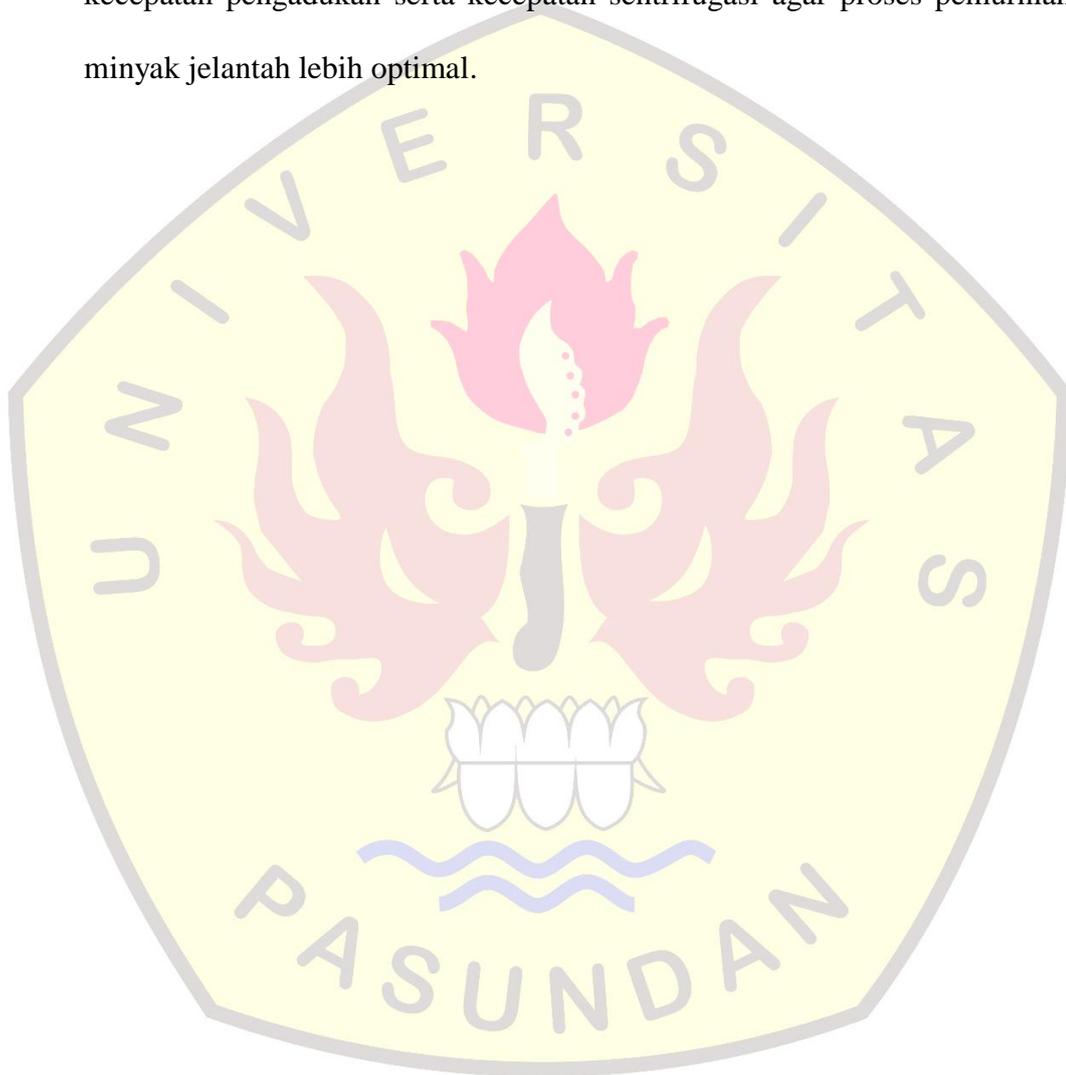
### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Bahan adsorben bentonit dan zeolit efektif mampu menurunkan kadar asam lemak bebas, angka peroksida dan intensitas warna tetapi masih tidak sesuai dengan SNI minyak goreng sehingga tidak layak untuk dikonsumsi
2. Hasil penelitian pendahuluan analisis bahan baku minyak jelantah sebelum dilakukan pemurnian yaitu intensitas warna sebesar 4,836 abs, kadar asam lemak bebas (FFA) sebesar 1,911%, angka peroksida sebesar 22,594 mek  $O_2/kg$  serta respon organoleptik atribut warna yaitu tidak suka dan aroma yaitu sangat tidak suka.
3. Jenis adsorben berpengaruh terhadap respon organoleptik warna, intensitas warna, kadar asam lemak bebas dan angka peroksida tetapi tidak berpengaruh terhadap respon organoleptik aroma minyak jelantah hasil pemurnian.
4. Waktu adsorpsi berpengaruh terhadap respon organoleptik warna, intensitas warna, kadar asam lemak bebas dan angka peroksida tetapi tidak berpengaruh terhadap respon organoleptik aroma minyak jelantah hasil pemurnian.
5. Interaksi jenis adsorben dan waktu adsorpsi berpengaruh terhadap respon organoleptik warna, intensitas warna, kadar asam lemak bebas dan angka peroksida tetapi tidak berpengaruh terhadap respon organoleptik aroma minyak jelantah hasil pemurnian.

## 5.2 Saran

1. Perlu dikembangkan lagi penelitian lebih lanjut tentang penggunaan minyak jelantah sebagai bahan bakar.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan pengadukan serta kecepatan sentrifugasi agar proses pemurnian minyak jelantah lebih optimal.



## DAFTAR PUSTAKA

- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2013. SNI 01-3741-2013. **Syarat Mutu Minyak Goreng**. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Abubakar, M. S. H., Nuryanti, S., dan Suherman. 2018. **Pemanfaatan Kunyit (Curcuma domestica Val) Untuk Memurnikan Minyak Jelantah**. Jurnal Akademika Kim. 7(1): 41-45.
- Aguilar, J., Naranjo, C. A., Aldas, M. B., Guerrero, V. H. 2020. **Acid activation of bentonite clay for recycled automotive oil purification**. International Journal of EDP Sciences. 19(1): 1-6.
- Ahmadi. 2009. **Kinerja Zeolit Alam Teraktivasi Pada Penjernihan Minyak Bekas Penggorengan Keripik Tempe**. Jurnal Teknologi Pertanian. 10(2):7.
- Ajemba, R. O and Onukwuli, O. D. 2013. **Nitric Acid-activated Nteje Clay: Structural and Bleaching Properties**. International Journal of Engineering. 26(5): 495-500.
- Akbar, T., Hendro, A., Ferdy, E., Edward, L., dan Widayat. 2021. **Pemurnian Minyak Goreng Bekas dengan Menggunakan Adsorbent Zeolit dan Bleaching Earth**. Indonesian Journal of Halal. 4(1): 16-24.
- Alamsyah, M., Kalla, R., dan Ifa, L. 2017. **Pemurnian Minyak Jelantah Dengan Proses Adsorpsi**. Journal Of Chemical Process Engineering. 02(02): 22-26.
- Annisah., Bahar, Y., dan Husni, A. 2021. **Pemanfaatan Bentonit Bekas Sebagai Adsorben Pada Proses Penurunan Kadar FFA dan Warna Minyak Jelantah**. Jurnal Teknik Kimia. 27(1): 29-37.
- Anwar, R, N., Sunarto, W., dan Kusumastuti, E. 2016. **Pemanfaatan Bentonit Teraktivasi Asam Klorida untuk Pengolahan Minyak Goreng Bekas**. Indonesian Journal of Chemical Science. 5(3): 189-194.
- Atikah. 2018. **Peningkatan Mutu Minyak Goreng Bekas dengan Proses Adsorpsi menggunakan Ca Bentonit**. Jurnal Distilasi. 3(2): 22-32.
- Aziz, T., Shabrina, D., dan Pratiwi, R. N. 2016. **Penurunan Kadar FFA Dan Warna Minyak Jelantah Menggunakan Adsorben Dari Biji Kurma Dan Kulit Salak**. Jurnal Teknik Kimia. 1(22): 43-48.
- Batafor, Y. M. J. 2014. **Peningkatan Kualitas Minyak Ikan Sardin (Sardinella sp.) Dengan Sentrifugasi Dan Adsorben**. Tesis. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Bath, D. S., Siregar, J. M., dan Lubis, M. T. 2012. **Penggunaan Tanah Bentonit sebagai Adsorben Logam Cu**. Jurnal Teknik Kimia. 1(1): 1-4.

- Buckle, K.A., Edwards, R.A., Fleet G.H., and Wooton, M. 2013. **Ilmu Pangan**. Jakarta: UI Press.
- Bulut, M., Chimeddorj, F. Esenli, M.S., and Celik. 2009. **Production of desiccants from Turkish bentonites**. *Appl. Clay Sci.* 46: 141–147.
- Chairunnisa. 2013. **Uji Kualitas Minyak Goreng Pada Pedagang Gorengan di Sekitar Kampus UIN Syarif Hidayatullah Jakarta**. Skripsi. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.
- Cheremisinoff, P.N and A. C. Moressi. 2000. **Carbon Adsorption Application**. Handbook, Ann Arbor Science. Ann Arbor.
- Christidis, G. E and Kosiari, S. 2013. **Decolorization Of Vegetable Oils: A Study Of The Mechanism Of Adsorption Of B-Carotene By An Acid-Activated Bentonite From Cyprus**. *International Journal of Clays and Clay Minerals.* 51(3): 327-333.
- Evika. 2010. **Penggunaan Adsorben Arang Aktif Tempurung Kelapa pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas**. Skripsi. Riau: Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim.
- Fadli, N. A. 2018. **Analisis Perilaku Konsumen Terhadap Permintaan Minyak Goreng**. Skripsi. Medan: Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Fathanah, U., dan Lubis, M. R. 2022. **Pemanfaatan Kulit Jagung sebagai Bioadsorben untuk Meregenerasi Minyak Goreng Bekas**. *Jurnal Serambi Engineering.* 7(1): 2709-2715.
- Fatimah, F. 2005. **Efektivitas Antioksidan dalam Emulsi Oil In Water (O/W)**. **Disertasi**. Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Fatimah, F., dan Sangi, M. E. C. 2010. **Kualitas Pemurnian Virgin Coconut Oil (Vco) Menggunakan Beberapa Adsorben**. *Journal of Chem Prog.* 3(2): 65-69.
- Febriansyah, R. 2007. **Mempelajari Pengaruh Penggunaan Berulang dan Aplikasi Adsorben Terhadap Kualitas Minyak dan Tingkat Penyerapan Minyak Pada Kacang Sulut**. Skripsi. Bogor: Fakultas teknologi pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Fitriani dan Nurulhuda. 2018. **Pemurnian Minyak Goreng Bekas Menggunakan Adsorben Biji Alpukat Teraktivasi**. *Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA.* 9(2): 65-75.
- Fitriyana, F., dan Safitri, E. 2015. **Pemanfaatan Cangkang Telur Ayam sebagai Adsorben untuk meningkatkan Kualitas Minyak Jelantah**. *Jurnal Konversi.* 4(1): 12.
- Guyton, A.C., and Hall, J.E. 2012. **Metabolisme Lipid**. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. 11th ed. Jakarta: EGC.

- Haili, H. M., Sulistiyana., dan Jayadi, E. M. 2021. **Pemanfaatan Limbah Kulit Bawang Merah (*Allium Cepa L.*) Dan Ampas Tebu (Sugarcane bagasse) Sebagai Adsorben Pada Pemurnian Minyak Jelantah.** Jurnal Al-Kimiya. 8(1): 28-36.
- Hajar, E. W. I., dan Mufidah, S. 2016. **Penurunan Asam Lemak Bebas pada Minyak Goreng Bekas Menggunakan Ampas Tebu untuk Pembuatan Sabun.** Jurnal Integrasi Proses. 6(1): 22-27.
- Hartono, R dan Suhendi, E. 2020. **Pemurnian Minyak Jelantah Dengan Menggunakan Steam Pada Kolom Vigrek Dan Katalis Zeolit Alam Bayah.** Jurnal Integrasi Proses. 9(1): 20-24.
- Haryani, K. 2008. **Potensi Zeolit dari Daerah Kemiri, Purworejo untuk Penjernihan Minyak Goreng Bekas.** Jurnal Teknis. 3(1): 18-23.
- Haryanti, A dan Hidayat, N. 2017. **Analisis Penambahan Bentonit pada Proses Pemucatan Minyak Goreng Superworm (*Zophobas morio*).** Jurnal Food Life Science. 1(1): 1-8.
- Hastuti, E dan Fitriyah, R. L. 2021. **Pengaruh Penambahan Bubuk Bawang Merah (*Allium ascalonicum*) Terhadap Bilangan Asam Lemak Bebas Pada Minyak Jelantah.** Cendekia Journal of Pharmacy. 5(1): 1-7.
- Husna dan Nurlela. 2020. **Analisa Bilangan Peroksida Terhadap Kualitas Minyak Goreng Sebelum Dan Sesudah Dipakai Berulang.** Jurnal Teknik Kimia. 5(1): 65-71.
- Irawan, C., Awalia, T. N., dan Uthami, S. 2013. **Pengurangan Kadar Asam Lemak Bebas (Free Fatty Acid) dan Warna dari Minyak Goreng Bekas dengan Proses Adsorpsi Menggunakan Campuran Serabut Kelapa dan Sekam Padi.** Jurnal Konversi. 2(2): 77-81.
- Jamaluddin, P. 2018. **Perpindahan Panas dan Massa pada Penyangraian dan Penggorengan Bahan Pangan.** Makassar: Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar.
- Juherah dan Khiki P. K. 2021. **Pemanfaatan Arang Bonggol Jagung Sebagai Adsorben Minyak Goreng Bekas (Jelantah) (Eksperimen).** Jurnal Sulolipu Media Komun. Sivitas Akad. dan Masy. 21(2): 251–257.
- Kamaruzzaman, S., Mariana., Sari, R. M., dan Ulfa, M. 2020. **Regenerasi Minyak Jelantah dengan Proses Adsorpsi Menggunakan Ampas Nanas (*Ananas comosus*).** Jurnal Inovasi Ramah Lingkungan. 1(1): 13-17.
- Kartika, B., Hastuti, P., dan Supartono, W. 1988. **Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan.** Yogyakarta: penerbit Pusat Antar Universitas pangan dan Gizi.
- Komar, P.A dan A.B. Rahardjo, 2008, **Penjernihan Minyak Nabati dengan Bentonit dari Nanggulan Yokyakarta.** Pusat pengembangan Teknologi mineral, Bandung.

- Kusumastuti. 2010. **Kinerja Zeolit dalam Memperbaiki Mutu Minyak Goreng Bekas**. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. 15(2): 141-144.
- Kusumawardhani, D. A. 2016. **Pemanfaatan Limbah Nasi Aking sebagai Adsorben untuk Menurunkan Kadar Asam Lemak Bebas pada Minyak Jelantah**. Skripsi. Surabaya: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Lestari, D.Y. 2010. **Kajian Modifikasi dan Karakterisasi Zeolit Alam Dari Berbagai Negara**. Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Mannu, A., Garroni, S., Porras, J. I., and Mele, A. 2020. **Available Technologies and Materials for Waste Cooking Oil Recycling**. Journal Processes MDPI. 8, 1-13.
- Mannu, A., Vlahopoulou, G., Sireus, V., Petretto, G. L., Mulasa, G., and Garroni, S. 2018. **Bentonite as a Refining Agent in Waste Cooking Oils Recycling: Flash Point, Density and Color Evaluation**. International Journal of Natural Product Communications. 13(5): 613-616.
- Margeta, K. and Anamarija F. 2020. **Zeolites - New Challenges**. London, United Kingdom: Intech Open.
- Meesuk, L and Vorasith, N. 2006. **The Use of Bentonite to Remove Dark Colour in Repeatingly Used Palm Oil**. International Journal of Environmental Science and Health. 41(6): 1189–1200.
- Mega T. I. D dan Nurul. H. 2012. **Peningkatan Mutu Minyak Goreng Curah Menggunakan adsorben Bentonit Teraktivasi**. Journal of Chemistry. 1(2): 47-53.
- Megawati, M., dan Muhartono. 2019. **Konsumsi Minyak Jelantah dan Pengaruhnya terhadap Kesehatan**. Jurnal Majority. 8(2): 259-264.
- Miyagi, A. 2001. **Feasibility Recycling Used Frying Oil Using Membrane Process**. Journal Lipid Science Teknologi. 10(3): 208-215.
- Moshoeshoe, M., Tabbiruka, M.S. and Obuseng, V. 2017. **A Review of the Chemistry, Structure, Properties and Applications of Zeolites**. American Journal of Materials Science. 7(5): 196-221.
- Muchtadi, T.R. 2013. **Prinsip Proses dan Teknologi Pangan**. Bandung: Alfabeta.
- Nadhiro, U. 2016. **Penggunaan Bentonit sebagai Adsorben pada Proses Pemurnian Minyak Ikan Kasar (Crude Fish Oil) Hasil Samping Industri Pengalengan Ikan Lemuru (Sardinella lemuru)**. Skripsi. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Naomi, P., Gaol, A. M. L., dan Toha, M. Y. 2013. **Pembuatan Sabun Lunak dari Minyak Goreng Bekas Ditinjau dari Kinetika Reaksi**. Jurnal Teknik Kimia. 2(19): 42–48.

- Nasir, M. 2000. **Proses pemurnian Minyak Kelapa**. Bandung: Pusat Penelitian Kimia-LIPI.
- Nasir, S., Andira, V., dan Dona. 2020. **Utilization of Bentonite and Hybrid UF-RO in Treatment of Pulp Industry Wastewater**. *Journal of Innovation Technology*. 1(1): 16-20.
- Ojewumi, M. E., Ehinmowo, A. B., Obanla, O. R., Durodula, B. M., and Ezeocha, R. C. 2021. **Comparative Analysis On The Bleaching Of Crude Palm Oil Using Activated Groundnut Hull, Snail Shell And Rice Husk**. *Journal Heliyon*. 7: 1-16.
- Olugbenga A. G, Garba M. U., Soboyejo W and Chukwu G. 2013. **Beneficiation and Characterization of a Benetonite from Niger Delta Region of Nigeria**. *International Journal of Science and Engineering Investigations*. 2 (14): 14-18.
- Pakpahan, J. F., Tambunan, T., Harimby, A., dan Ritongga, M. Y. 2013. **Pengurangan FFA Dan Warna dari Minyak Jelantah dengan Adsorben Serabut Kelapa dan Jerami**. *Jurnal Teknik Kimia*. 2(1): 31-36.
- Paramitha, A. R. A. 2012. **Studi Kualitas Minyak Makanan Gorengan Pada Penggunaan Minyak Goreng Berulang**. Skripsi. Makassar: Program Ilmu dan Teknologi Pangan Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Patty, D. N., Papilaya, P. M., dan Karuwal, R. L. 2017. **Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas pada Minyak Jelantah dengan Penambahan Antioksidan Alami Kulit Pisang Raja (*Musa sapientum*)**. *BIOPENDIX: Jurnal Biologi Pendidikan dan Terapan*. 3(2): 124-128.
- Perwitasari, D. S. 2020. **Teknologi Peningkatan Minyak Goreng Bekas**. Surabaya: Mitra Abisatya.
- Petretto, G. L., Tuberoso, C. I. G., Fenu, M. A., Rourke, J. P., Belhaj, O., and Pintore, G. 2017. **Antioxidant activity, color chromaticity coordinates, and chemical characterization of monofloral honeys from Morocco**. *International Journal of Food Properties* 20(1): 2016-2027.
- Polii, F. F. 2016. **Pemurnian Minyak Kelapa Dari Kopra Asap Dengan Menggunakan Adsorben Arang Aktif Dan Bentonit**. *Jurnal RisetIndustri*. 10(3): 115-124.
- Prasetyowati., Kurniawan, A., dan Saputra, D. 2011. **Pemurnian Minyak Jelantah dengan Adsorben Bentonit**. *Jurnal Teknik Kimia*. 17(5): 59-65.
- Purnama, H., Mistyanti, O., dan Amin, R. K. 2014. **Pemurnian Minyak Jelantah dengan Zeolit Alam: Pengaruh Massa Zeolit dan Waktu Pengadukan**. *Simposium Nasional Teknologi Terapan*. ISSN: 2339-028X. 17-22.

- Putri, R. I., Budiyanto., dan Syafnil. 2016. **Kajian Kualitas Minyak Goreng Pada Penggorengan Berulang Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*)**. Jurnal Agroindustri. 6(1): 1-7.
- Rahayu, A. P. 2015. **Karbon Aktif dari Nasi Aking sebagai Adsorben dalam Pengolahan Minyak Jelantah**. Skripsi. Surabaya: Kimia FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rahayu, D. E., dan Hadi, W. 2017. **Karakteristik Adsorben Karbon Aktif Dari Limbah Padat Kelapa Sawit**. Jurnal Purifikasi. 17(1): 22-30.
- Rahayu, L. H., Purnavita, S., dan Sriyana, H. Y. 2014. **Potensi Sabut dan Tempurung Kelapa sebagai Adsorben untuk Meregenerasi Minyak Jelantah**. Jurnal Momentum. 10(1): 47-53.
- Rasyid, A. S. 2018. **Pengolahan Minyak Goreng Bekas Menggunakan Proses Adsorpsi dengan Adsorben Bentonit dan Buah Mengkudu**. Skripsi. Samarinda: Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda.
- Rauf, R. 2015. **Kimia Pangan**. ANDI: Yogyakarta.
- Rukmini, A. 2007. **Regenerasi Minyak Goreng Bekas dengan Arang Sekam Menekan Kerusakan Organ Tubuh**. Seminar Nasional Teknologi. Yogyakarta: Universitas Widya Mataram.
- Sagita, N., Aprilia, H., dan Arumsari, A. 2020. **Penggunaan Karbon Aktif Tempurung Pala (*Myristica fragrans Houtt*) sebagai Adsorben untuk Pemurnian Minyak Goreng Bekas Pakai**. Jurnal Prosiding Farmasi. 6(1): 74–80.
- Sera, R., Lesmana, D., dan Maharani, A. 2019. **Pengaruh Temperatur dan Waktu Kontak terhadap Adsorpsi Minyak Jelantah menggunakan Adsorben dari Bagas**. Jurnal Kelitbangan. 7(2): 181-196.
- Setiawan, A., Pato, U., dan Hamzah, F. 2016. **Pemurnian Minyak Goreng Dari Biji Karet (*Havea brasiliensis Roxb.*) Menggunakan Zeolit**. Jurnal Jom Faperta. 3(1): 1-11.
- Singhabhandhu, A., and Tezuka, T. 2010. **The waste-to-energy Framework For Integrated Multi-Waste Utilization: Waste Cooking Oil, Waste Lubricating Oil, And Waste Plastics**. Journal Energy. 35, 2544–2551.
- Sopianti, D. S., Herlina., dan Saputra, H. T. 2017. **Penetapan Kadar Asam Lemak Bebas pada Minyak Goreng**. Jurnal Teknik Kimia. 2(21): 100–105.
- Suarsa, I. W., Simpen, I. N., dan Prayani, M. W. 2022. **Adsorpsi Asam Lemak Bebas pada Minyak Jelantah Dengan  $TiO_2$ /Zeolit Alam**. Jurnal Kimia. 16(2): 189-197.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 2010. **Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian**. Yogyakarta: Liberty Yogyakarta.

- Suhartina, S. 2018. **Studi Kualitas Fisis Minyak Jelantah dan Efek Bagi Kesehatan Tubuh di Kecamatan Bontonompo**. Skripsi. Makassar: Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin.
- Sukmawati, P. D. 2017. **Perbandingan Metode Aktivasi terhadap Kapasitas Adsorpsi Zeolit Alam pada Minyak Jelantah**. Jurnal Simposium Nasional RAPI XVI. 1-6.
- Suryani, E. Susanto, W.H., dan Wijayanti, N. 2016. **Karakteristik Fisik Kimia Minyak Kacang Tanah (*Arachis hypogaea*) Hasil Pemucatan (Kajian Kombinasi Asdorben Dan Waktu Proses)**. Jurnal Pangan dan Agroindustri. 4 (1):120-126.
- Tambunan, J. E., S. H. Suseno., and B. Ibrahim. 2013. **Improved Quality Of Sardines Oil (*Sardinella sp.*) Using Centrifugation**. Global Journal Of Biology, Agriculture & Health Sciences. 2(4): 196-202.
- Thamrin. 2013. **Gasifikasi Minyak Jelantah pada Kompor Bertekanan**. Jurnal Teknik Pertanian Lampung. 2(2): 15-22.
- Usman, M. A., Oribayo, O., and Adebayo, A. A. 2013. **Bleaching of Palm Oil by Activated Local Bentonite and Kaolin Clay from Afashio, Edo-Nigeria**. Chemical and Process Engineering Research. 10: 1-11.
- Vu, T. T., La, T. V., Pham, V. T., Vu, M. K., Huynh, D. C., and Tran, N. K. 2020. **Highly Efficient Adsorbent For The Transformer Oil Purification By Zno/Graphene Composite**. Arabian Journal of Chemistry. 13: 7798-7808.
- Waluyo, U., Ramadhani, A., Suryadinata, A., dan Cundari, L. 2020. **Penjernihan Minyak Goreng Bekas Menggunakan Berbagai Jenis Adsorben Alami**. Jurnal Teknik Kimia. 26(2): 70-79.
- Wardhani, O. P., dan Aini, N. 2016. **Adsorpsi B-karoten yang Terkandung dalam Minyak Kelapa Sawit (Crude Palm Oil)**. 5(1).
- Wati, E. K. 2021. **Perpindahan Kalor & Massa**. Jakarta: LP\_UNAS.
- Widayat. 2007. **Studi Pengurangan bilangan asam, bilangan peroksida dan absorbansi dalam proses pemurnian minyak goreng bekas dengan zeolit alam aktif**. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan. 6(1): 7-12.
- Wijana, S. 2005. **Mengolah Minyak Goreng Bekas**. Surabaya: Trubus Agrisana.
- Winarno, F.G. 2004. **Kimia Pangan dan Gizi**. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Yuliana, Y., Veronica, J.S., dan Gunantara, B. 2005. **Penggunaan Adsorben untuk Mengurangi Kadar Free Fatty Acid, Peroxide Value dan Warna Minyak Goreng Bekas**. Jurnal Teknik Kimia Indonesia. 4(2): 212-218.
- Yustinah. 2013. **Pengaruh Massa Bioadsorben Dari Klobot Jagung Pada Proses Adsorpsi Minyak Goreng Bekas**. Jurnal Prosiding SNKTI. Vol 4: 13-16.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Prosedur Analisis Kimia

1. Analisis Kadar Asam Lemak Bebas (FFA) metode alkalimetri (Sudarmadji, 2010)
  - 1) Ditimbang  $\pm 2$  gram sampel, dimasukan kedalam erlemeyer 250 mL.
  - 2) Tambahkan 25 mL alkohol 96 % kedalam labu erlenmeyer yang berisi sampel.
  - 3) Kemudian sampel dipanaskan selama 10 menit, labu erlenmeyer ditutup dengan corong yang menghadap keatas.
  - 4) Setelah pemanasam 10 menit, lalu sampel diaduk kuat-kuat.
  - 5) Tambahkan indkator PP sebanyak 3 tetes kedalam sampel yang sudah dipanaskan.
  - 6) Lalu sampel dititrasi menggunakan larutan standar NaOH dengan konsentrasi 0,1 N hingga tercapai TAT warna merah jambu (tidak berubah selama 15 detik). Kemudian hitung bilangan asam dan kadar asam lemak bebas menggunakan rumus:

$$\text{Angka asam} = \frac{V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH} \times \text{BM NaOH}}{m}$$

$$\% \text{ FFA} = \frac{V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH} \times \text{BM lemak}}{m \times 10}$$

Keterangan :

V = Volume NaOH yang diperlukan pada titrasi (mL)

N = Normalitas NaOH

BM NaOH = Bobot molekul NaOH

m = Bobot contoh (gram)

BM lemak = Bobot molekul lemak (palmitat/kelapa sawit) (256 g/mol)

2. Analisis Angka Peroksida metode iodometri (Sudarmadji, 2010)

- 1) Timbang  $\pm 2$  gram sampel dalam erlenmeyer tertutup 250 mL.
- 2) Tambahkan 25 mL asam asetat : kloroform (2:1) lalu erlenmeyer ditutup dan diaduk hingga larutan homogen.
- 3) Tambahkan 0,5 mL larutan KI jenuh sambil sesekali digoyangkan, lalu simpan larutan ditempat yang gelap selama 1 menit.
- 4) Tambahkan 30 mL aquadest, kemudian tambahkan 0,5 mL indikator amilum 1%.
- 5) Titrasi dengan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,1 N sampai warna biru mulai hilang.
- 6) Titrasi blanko dilakukan dengan proses yang sama, tetapi menggunakan aquadest tidak menggunakan sampel minyak.

Penentuan angka peroksida pada minyak menggunakan rumus :

$$\text{Angka peroksida} = \frac{(V_{ts} - V_{tb}) \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 1000}{W}$$

Keterangan :

V ts = volume titrasi sampel (mL)

V tb = volume titrasi blanko (mL)

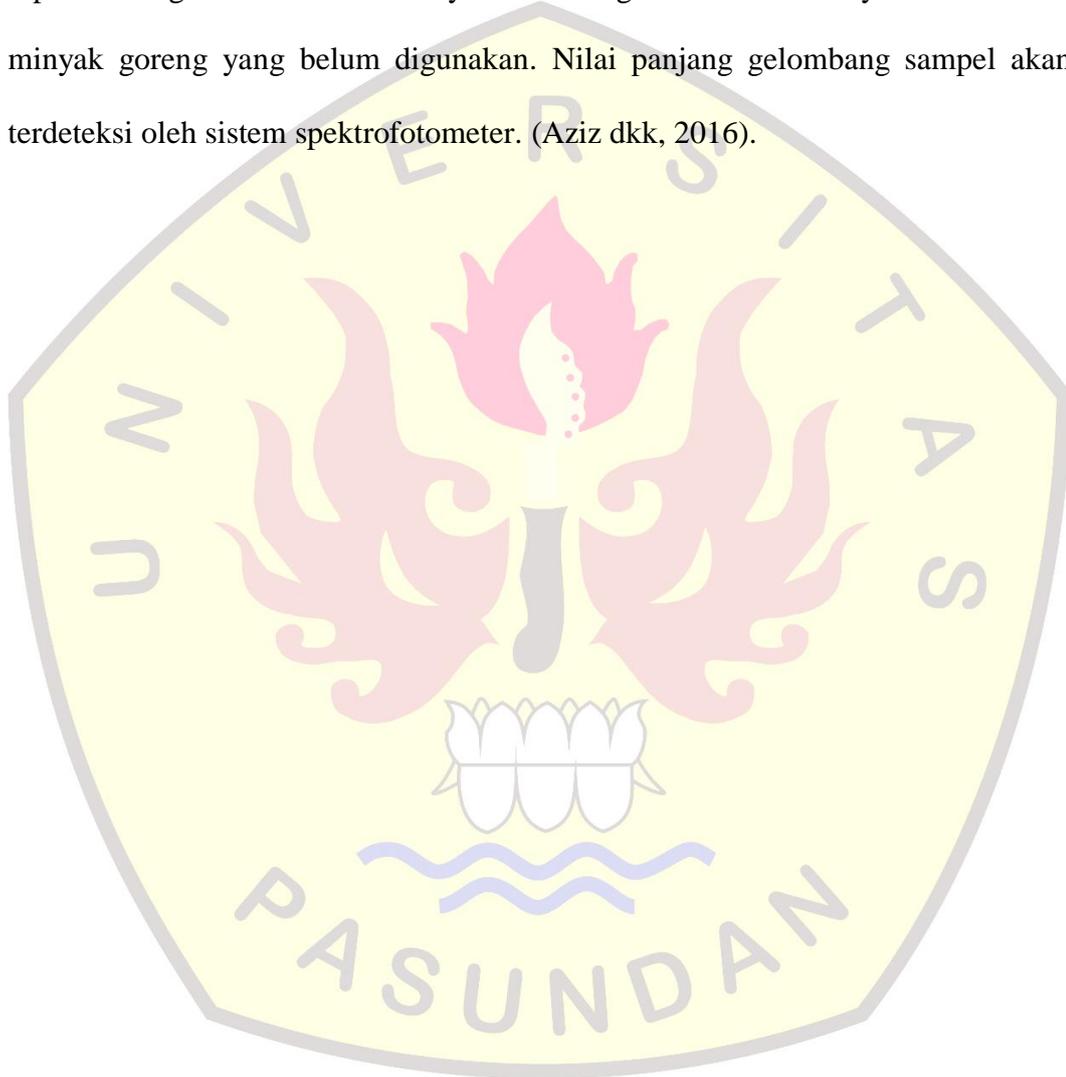
N  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  = Normalitas  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

W = bobot sampel (gram)

## Lampiran 2. Prosedur Analisis Fisik

### 1. Analisis warna

Sampel minyak dimasukkan ke dalam kuvet kemudian diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 460 nm yang dipakai sebagai indeks warna minyak dan sebagai warna kontrolnya adalah warna minyak goreng yang belum digunakan. Nilai panjang gelombang sampel akan terdeteksi oleh sistem spektrofotometer. (Aziz dkk, 2016).



### Lampiran 3. Formulir Pengujian Organoleptik Penelitian Pendahuluan

#### KUESIONER UJI ORGANOLEPTIK (UJI HEDONIK)

Nama Sampel : Minyak Jelantah Sebelum Pemurnian  
 Nama Panelis :  
 Hari/Tanggal :  
 Intruksi :

Dihadapan saudara telah tersedia sampel minyak jelantah sebelum pemurnian, saudara diminta untuk memberikan penilaian skala hedonik yang sesuai pada setiap kode sampel berdasarkan skala numerik yang sesuai dengan pernyataan dibawah ini :

| Skala Hedonik          | Skala Numerik |
|------------------------|---------------|
| Amat sangat suka       | 8             |
| Sangat suka            | 7             |
| Suka                   | 6             |
| Agak suka              | 5             |
| Agak tidak suka        | 4             |
| Tidak suka             | 3             |
| Sangat tidak suka      | 2             |
| Amat sangat tidak suka | 1             |

| Kode | Atribut |       |
|------|---------|-------|
|      | Warna   | Aroma |
| 110  |         |       |

Komentar :

#### Lampiran 4. Formulir Pengujian Organoleptik Penelitian Utama

##### KUESIONER UJI ORGANOLEPTIK (UJI HEDONIK)

Nama Sampel : Minyak Jelantah Hasil Pemurnian  
 Nama Panelis :  
 Hari/Tanggal :  
 Intruksi :

Dihadapan saudara telah tersedia sampel minyak jelantah hasil pemurnian, saudara diminta untuk memberikan penilaian skala hedonik yang sesuai pada setiap kode sampel berdasarkan skala numerik yang sesuai dengan pernyataan dibawah ini :

| Skala Hedonik          | Skala Numerik |
|------------------------|---------------|
| Amat sangat suka       | 8             |
| Sangat suka            | 7             |
| Suka                   | 6             |
| Agak suka              | 5             |
| Agak tidak suka        | 4             |
| Tidak suka             | 3             |
| Sangat tidak suka      | 2             |
| Amat sangat tidak suka | 1             |

| Kode | Atribut |       |
|------|---------|-------|
|      | Warna   | Aroma |
| 101  |         |       |
| 102  |         |       |
| 103  |         |       |
| 201  |         |       |
| 202  |         |       |
| 203  |         |       |

Komentar :

### Lampiran 5. Kebutuhan Bahan Baku Pemurnian Minyak Jelantah

#### 1. Kebutuhan Bahan Baku Penelitian Pendahuluan

| Bahan baku      | Jumlah (gram) |
|-----------------|---------------|
| Minyak jelantah | 10            |
| <b>Total</b>    | <b>10</b>     |

#### 2. Kebutuhan Bahan Baku Penelitian Utama

| Bahan baku      | kebutuhan (g) | Perlakuan | Jumlah (g)   |
|-----------------|---------------|-----------|--------------|
| Minyak jelantah | 10            | 24        | 240          |
| Bentonit        | 0,6           | 24        | 14,4         |
| Zeolit          | 0,6           | 24        | 14,4         |
| <b>Total</b>    |               |           | <b>268,8</b> |

#### 3. Kebutuhan Analisis dan Respon Penelitian Pendahuluan

| Analisis         | Kebutuhan (g) | Sampel | Ulangan | Jumlah (g) |
|------------------|---------------|--------|---------|------------|
| Kadar FFA        | 2             | 1      | 1       | 2          |
| Angka peroksida  | 2             | 1      | 1       | 2          |
| Intensitas warna | 3             | 1      | 1       | 3          |
| Organoleptik     | 3             | 1      | 1       | 3          |
| <b>Total</b>     |               |        |         | <b>10</b>  |

#### 4. Kebutuhan Analisis dan Respon Penelitian Utama

| Analisis         | Kebutuhan (g) | Sampel | Ulangan | Jumlah (g) |
|------------------|---------------|--------|---------|------------|
| Kadar FFA        | 2             | 6      | 4       | 48         |
| Angka peroksida  | 2             | 6      | 4       | 48         |
| Intensitas warna | 3             | 6      | 4       | 72         |
| Organoleptik     | 3             | 6      | 4       | 72         |
| <b>Total</b>     |               |        |         | <b>240</b> |

### Lampiran 6. Biaya Bahan Baku dan Analisis Pemurnian Minyak Jelantah

#### 1. Biaya Bahan Baku Pemurnian Minyak Jelantah

| Bahan baku      | Jumlah (g)  |              | Harga      |       | Jumlah            |
|-----------------|-------------|--------------|------------|-------|-------------------|
|                 | pendahuluan | utama        |            |       |                   |
| Minyak jelantah | 10          | 240          | Rp. 12.000 | 1 kg  | Rp. 12.000,-      |
| Bentonit        | -           | 14,4         | Rp. 20.000 | 100 g | Rp. 20.000,-      |
| Zeolit          | -           | 14,4         | Rp. 20.000 | 100 g | Rp. 20.000,-      |
| <b>Total</b>    | <b>10</b>   | <b>268,8</b> |            |       | <b>Rp. 52.000</b> |

| Nama bahan             | Jumlah | Harga satuan | Jumlah            |
|------------------------|--------|--------------|-------------------|
| <i>Tube centrifuge</i> | 30     | Rp. 2.000    | Rp. 60.000        |
| <b>Total</b>           |        |              | <b>Rp. 70.000</b> |

#### 2. Biaya Analisis Penelitian

| Analisis         | Jumlah sampel | Harga satuan | Jumlah               |
|------------------|---------------|--------------|----------------------|
| Kadar FFA        | 26            | Rp. 15.000   | Rp. 390.000          |
| Angka peroksida  | 25            | Rp. 40.000   | Rp. 625.000          |
| Intensitas Warna | 25            | Rp. 10.000   | Rp. 250.000          |
| <b>Total</b>     |               |              | <b>Rp. 1.265.000</b> |

### Lampiran 7. Trial Pemurnian Minyak Jelantah Menggunakan Bentonit

#### 1. Kadar asam lemak bebas (FFA) minyak jelantah

Diketahui :

Berat sampel = 2,02 gram

N NaOH = 0,0965 N

V NaOH = 0,60 mL

Ditanyakan: kadar asam lemak bebas (FFA)?

Jawab:

$$\% \text{ FFA} = \frac{V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH} \times \text{BM lemak}}{m \times 10}$$

$$\% \text{ FFA} = \frac{0,60 \times 0,0965 \times 256}{2,02 \times 10} = 0,734$$

#### 2. Kadar asam lemak bebas (FFA) pemurnian minyak jelantah menggunakan bentonit

Diketahui :

Berat sampel = 2,01 gram

N NaOH = 0,0965 N

V NaOH = 0,50 mL

Ditanyakan: kadar asam lemak bebas (FFA)?

Jawab:

$$\% \text{ FFA} = \frac{V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH} \times \text{BM lemak}}{m \times 10}$$

$$\% \text{ FFA} = \frac{0,50 \times 0,0965 \times 256}{2,01 \times 10} = 0,615$$

Dapat disimpulkan bahwa ada penurunan kadar asam lemak bebas (FFA) sebesar 0,119%.



Gambar 12. Hasil Trial Pemurnian Minyak Menggunakan Adsorben Bentonit

Tabel 17. Trial Kekeruhan Minyak Jelantah Hasil Pemurnian Oleh Bentonit

| Jenis                             | Panjang gelombang (460 nm) |
|-----------------------------------|----------------------------|
| Minyak jelantah                   | 2,292                      |
| Minyak jelantah setelah pemurnian | 2,057                      |

Dapat disimpulkan bahwa ada penurunan kekeruhan pada minyak jelantah hasil pemurnian menggunakan bentonit yaitu sebesar 0,235.

### Lampiran 8. Data Hasil Analisis Organoleptik Penelitian Pendahuluan

Tabel 18. Hasil Pengamatan Analisis Organoleptik Penelitian Pendahuluan  
Atribut Warna

| Panelis          | Kode sampel  |              | Jumlah       |              | Rata-rata    |              |
|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                  | 110          |              |              |              |              |              |
|                  | DA           | DT           | DA           | DT           | DA           | DT           |
| 1                | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         |
| 2                | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         |
| 3                | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         |
| 4                | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         |
| 5                | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         |
| 6                | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         |
| 7                | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         |
| 8                | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         |
| 9                | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         |
| 10               | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         |
| 11               | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         |
| 12               | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         |
| 13               | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         |
| 14               | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         |
| 15               | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         |
| 16               | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         |
| 17               | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         |
| 18               | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         |
| 19               | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         |
| 20               | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         |
| 21               | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         |
| 22               | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         |
| 23               | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         |
| 24               | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         |
| 25               | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         |
| 26               | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         |
| 27               | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         |
| 28               | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         |
| 29               | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         |
| 30               | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         |
| <b>Jumlah</b>    | <b>95</b>    | <b>57,10</b> | <b>95</b>    | <b>57,10</b> | <b>95</b>    | <b>57,10</b> |
| <b>Rata-rata</b> | <b>3,167</b> | <b>1,902</b> | <b>3,167</b> | <b>1,902</b> | <b>3,167</b> | <b>1,902</b> |

Tabel 19. Hasil Pengamatan Analisis Organoleptik Penelitian Pendahuluan  
Atribut Aroma

| Panelis          | Kode sampel  |              | Jumlah       |              | Rata-rata    |              |
|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                  | 110          |              | DA           | DT           | DA           | DT           |
|                  | DA           | DT           |              |              |              |              |
| 1                | 1            | 1,22         | 1            | 1,22         | 1            | 1,22         |
| 2                | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         |
| 3                | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         |
| 4                | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         |
| 5                | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         |
| 6                | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         |
| 7                | 1            | 1,22         | 1            | 1,22         | 1            | 1,22         |
| 8                | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         |
| 9                | 1            | 1,22         | 1            | 1,22         | 1            | 1,22         |
| 10               | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         |
| 11               | 1            | 1,22         | 1            | 1,22         | 1            | 1,22         |
| 12               | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         |
| 13               | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         |
| 14               | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         |
| 15               | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         |
| 16               | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         |
| 17               | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         |
| 18               | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         |
| 19               | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         |
| 20               | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         |
| 21               | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         |
| 22               | 1            | 1,22         | 1            | 1,22         | 1            | 1,22         |
| 23               | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         |
| 24               | 1            | 1,22         | 1            | 1,22         | 1            | 1,22         |
| 25               | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         |
| 26               | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         | 4            | 2,12         |
| 27               | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         |
| 28               | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         | 3            | 1,87         |
| 29               | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         |
| 30               | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         | 2            | 1,58         |
| <b>Jumlah</b>    | <b>77</b>    | <b>51,7</b>  | <b>77</b>    | <b>51,7</b>  | <b>77</b>    | <b>51,7</b>  |
| <b>Rata-rata</b> | <b>2,567</b> | <b>1,724</b> | <b>2,567</b> | <b>1,724</b> | <b>2,567</b> | <b>1,724</b> |

### Lampiran 9. Data Hasil Analisis Penelitian Pendahuluan

1. Hasil analisis kadar asam lemak bebas minyak jelantah sebelum pemurnian

Diketahui :

$$V \text{ NaOH} = 0,8 \text{ mL}$$

$$N \text{ NaOH} = 0,0980 \text{ N}$$

$$m = 1,05 \text{ gram}$$

jawab :

$$\% \text{ FFA} = \frac{V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH} \times \text{BM lemak}}{m \times 10}$$

$$\% \text{ FFA} = \frac{0,8 \times 0,0980 \times 256}{1,05 \times 10} = 1,911 \%$$

2. Hasil analisis angka peroksida minyak jelantah sebelum pemurnian

Diketahui :

$$V_{tb} = 0 \text{ mL}$$

$$V_{ts} = 0,3 \text{ mL}$$

$$N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 0,0964 \text{ N}$$

$$w = 1,29 \text{ gram}$$

jawab :

$$\text{Angka peroksida} = \frac{(V_{ts} - V_{tb}) \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 1000}{W}$$

$$\text{Angka peroksida} = \frac{(0,3 - 0) \times 0,0964 \times 1000}{1,29} = 22,419 \text{ mek O}_2/\text{kg}$$

3. Hasil analisis intensitas warna minyak jelantah sebelum pemurnian

Intensitas warna pada panjang gelombang 460 nm dihasilkan 4,836 abs.

### Lampiran 10. Data Hasil Analisis Organoleptik Penelitian Utama

Tabel 20. Hasil Pengamatan Analisis Organoleptik Penelitian Utama Atribut Warna (Ulangan 1)

| Panelis          | Kode sampel  |               |              |               |              |               |              |               |              |               |              |               | Jumlah        |                | Rata-rata      |               |
|------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------|----------------|----------------|---------------|
|                  | j1w1         |               | j1w2         |               | j1w3         |               | j2w1         |               | j2w2         |               | j2w3         |               |               |                |                |               |
|                  | DA           | DT            | DA            | DT             |                |               |
| 1                | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 26            | 13,103         | 4,333          | 2,184         |
| 2                | 5            | 2,345         | 7            | 2,739         | 7            | 2,739         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 31            | 14,186         | 5,167          | 2,364         |
| 3                | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 5            | 2,345         | 31            | 14,175         | 5,167          | 2,362         |
| 4                | 7            | 2,739         | 7            | 2,739         | 7            | 2,739         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 35            | 15,028         | 5,833          | 2,505         |
| 5                | 6            | 2,550         | 8            | 2,915         | 8            | 2,915         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 35            | 14,968         | 5,833          | 2,495         |
| 6                | 6            | 2,550         | 8            | 2,915         | 8            | 2,915         | 5            | 2,345         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 33            | 14,467         | 5,500          | 2,411         |
| 7                | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 6            | 2,550         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 32            | 14,425         | 5,333          | 2,404         |
| 8                | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 28            | 13,512         | 4,667          | 2,252         |
| 9                | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 28            | 13,558         | 4,667          | 2,260         |
| 10               | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 6            | 2,550         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 33            | 14,649         | 5,500          | 2,442         |
| 11               | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 6            | 2,550         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 29            | 13,701         | 4,833          | 2,283         |
| 12               | 7            | 2,739         | 7            | 2,739         | 7            | 2,739         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 33            | 14,580         | 5,500          | 2,430         |
| 13               | 7            | 2,739         | 8            | 2,915         | 7            | 2,739         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 35            | 14,981         | 5,833          | 2,497         |
| 14               | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 27            | 13,353         | 4,500          | 2,226         |
| 15               | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 28            | 13,496         | 4,667          | 2,249         |
| 16               | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 30            | 14,012         | 5,000          | 2,335         |
| 17               | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 2            | 1,581         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 28            | 13,492         | 4,667          | 2,249         |
| 18               | 6            | 2,550         | 8            | 2,915         | 7            | 2,739         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 31            | 14,067         | 5,167          | 2,344         |
| 19               | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 28            | 13,558         | 4,667          | 2,260         |
| 20               | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 2            | 1,581         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 25            | 12,767         | 4,167          | 2,128         |
| 21               | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 7            | 2,739         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 32            | 14,364         | 5,333          | 2,394         |
| 22               | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 26            | 13,103         | 4,333          | 2,184         |
| 23               | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 30            | 14,012         | 5,000          | 2,335         |
| 24               | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 27            | 13,353         | 4,500          | 2,226         |
| 25               | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 6            | 2,550         | 5            | 2,345         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 31            | 14,175         | 5,167          | 2,362         |
| 26               | 8            | 2,915         | 7            | 2,739         | 8            | 2,915         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 32            | 14,182         | 5,333          | 2,364         |
| 27               | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 29            | 13,808         | 4,833          | 2,301         |
| 28               | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 6            | 2,550         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 33            | 14,649         | 5,500          | 2,442         |
| 29               | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 27            | 13,400         | 4,500          | 2,233         |
| 30               | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 6            | 2,550         | 2            | 1,581         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 28            | 13,411         | 4,667          | 2,235         |
| <b>Jumlah</b>    | <b>173</b>   | <b>74,967</b> | <b>194</b>   | <b>79,008</b> | <b>193</b>   | <b>78,892</b> | <b>108</b>   | <b>60,410</b> | <b>115</b>   | <b>62,228</b> | <b>118</b>   | <b>63,032</b> | <b>901</b>    | <b>418,536</b> | <b>150,167</b> | <b>69,756</b> |
| <b>Rata-rata</b> | <b>5,767</b> | <b>2,499</b>  | <b>6,467</b> | <b>2,634</b>  | <b>6,433</b> | <b>2,630</b>  | <b>3,600</b> | <b>2,014</b>  | <b>3,833</b> | <b>2,074</b>  | <b>3,933</b> | <b>2,101</b>  | <b>30,033</b> | <b>13,951</b>  | <b>5,006</b>   | <b>2,325</b>  |

Tabel 21. Hasil Pengamatan Analisis Organoleptik Penelitian Utama Atribut Warna (Ulangan 2)

| Panelis          | Kode sampel  |               |              |               |              |               |              |               |              |               |              |               | Jumlah        |                | Rata-rata      |               |
|------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------|----------------|----------------|---------------|
|                  | j1w1         |               | j1w2         |               | j1w3         |               | j2w1         |               | j2w2         |               | j2w3         |               | DA            | DT             | DA             | DT            |
|                  | DA           | DT            |               |                |                |               |
| 1                | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 6            | 2,550         | 3            | 1,871         | 2            | 1,581         | 3            | 1,871         | 27            | 13,160         | 4,500          | 2,193         |
| 2                | 5            | 2,345         | 7            | 2,739         | 6            | 2,550         | 4            | 2,121         | 2            | 1,581         | 4            | 2,121         | 28            | 13,457         | 4,667          | 2,243         |
| 3                | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 33            | 14,649         | 5,500          | 2,442         |
| 4                | 7            | 2,739         | 8            | 2,915         | 7            | 2,739         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 3            | 1,871         | 34            | 14,730         | 5,667          | 2,455         |
| 5                | 6            | 2,550         | 8            | 2,915         | 7            | 2,739         | 2            | 1,581         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 31            | 14,027         | 5,167          | 2,338         |
| 6                | 7            | 2,739         | 8            | 2,915         | 8            | 2,915         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 36            | 15,157         | 6,000          | 2,526         |
| 7                | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 7            | 2,739         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 31            | 14,140         | 5,167          | 2,357         |
| 8                | 6            | 2,550         | 8            | 2,915         | 6            | 2,550         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 30            | 13,877         | 5,000          | 2,313         |
| 9                | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 29            | 13,762         | 4,833          | 2,294         |
| 10               | 7            | 2,739         | 7            | 2,739         | 7            | 2,739         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 32            | 14,329         | 5,333          | 2,388         |
| 11               | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 8            | 2,915         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 31            | 14,067         | 5,167          | 2,344         |
| 12               | 7            | 2,739         | 7            | 2,739         | 6            | 2,550         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 2            | 1,581         | 28            | 13,350         | 4,667          | 2,225         |
| 13               | 5            | 2,345         | 8            | 2,915         | 7            | 2,739         | 4            | 2,121         | 2            | 1,581         | 3            | 1,871         | 29            | 13,573         | 4,833          | 2,262         |
| 14               | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 28            | 13,558         | 4,667          | 2,260         |
| 15               | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 5            | 2,345         | 2            | 1,581         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 26            | 13,018         | 4,333          | 2,170         |
| 16               | 7            | 2,739         | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 32            | 14,425         | 5,333          | 2,404         |
| 17               | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 6            | 2,550         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 30            | 13,951         | 5,000          | 2,325         |
| 18               | 6            | 2,550         | 8            | 2,915         | 8            | 2,915         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 33            | 14,494         | 5,500          | 2,416         |
| 19               | 5            | 2,345         | 7            | 2,739         | 6            | 2,550         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 28            | 13,496         | 4,667          | 2,249         |
| 20               | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 27            | 13,307         | 4,500          | 2,218         |
| 21               | 5            | 2,345         | 7            | 2,739         | 7            | 2,739         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 30            | 13,936         | 5,000          | 2,323         |
| 22               | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 3            | 1,871         | 30            | 13,986         | 5,000          | 2,331         |
| 23               | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 7            | 2,739         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 33            | 14,615         | 5,500          | 2,436         |
| 24               | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 28            | 13,558         | 4,667          | 2,260         |
| 25               | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 6            | 2,550         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 32            | 14,425         | 5,333          | 2,404         |
| 26               | 7            | 2,739         | 8            | 2,915         | 8            | 2,915         | 2            | 1,581         | 3            | 1,871         | 5            | 2,345         | 33            | 14,367         | 5,500          | 2,394         |
| 27               | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 30            | 13,997         | 5,000          | 2,333         |
| 28               | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 31            | 14,221         | 5,167          | 2,370         |
| 29               | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 8            | 2,915         | 4            | 2,121         | 2            | 1,581         | 4            | 2,121         | 31            | 14,027         | 5,167          | 2,338         |
| 30               | 7            | 2,739         | 7            | 2,739         | 7            | 2,739         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 33            | 14,553         | 5,500          | 2,426         |
| <b>Jumlah</b>    | <b>179</b>   | <b>76,175</b> | <b>207</b>   | <b>81,505</b> | <b>199</b>   | <b>79,987</b> | <b>110</b>   | <b>60,937</b> | <b>112</b>   | <b>61,319</b> | <b>107</b>   | <b>60,291</b> | <b>914</b>    | <b>420,214</b> | <b>152,333</b> | <b>70,036</b> |
| <b>Rata-rata</b> | <b>5,967</b> | <b>2,539</b>  | <b>6,900</b> | <b>2,717</b>  | <b>6,633</b> | <b>2,666</b>  | <b>3,667</b> | <b>2,031</b>  | <b>3,733</b> | <b>2,044</b>  | <b>3,567</b> | <b>2,010</b>  | <b>30,467</b> | <b>14,007</b>  | <b>5,078</b>   | <b>2,335</b>  |

Tabel 22. Hasil Pengamatan Analisis Organoleptik Penelitian Utama Atribut Warna (Ulangan 3)

| Panelis          | Kode sampel  |               |              |               |              |               |              |               |              |               |              |               | Jumlah        |                | Rata-rata      |               |
|------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------|----------------|----------------|---------------|
|                  | j1w1         |               | j1w2         |               | j1w3         |               | j2w1         |               | j2w2         |               | j2w3         |               | DA            | DT             | DA             | DT            |
|                  | DA           | DT            |               |                |                |               |
| 1                | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 5            | 2,345         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 27            | 13,353         | 4,500          | 2,226         |
| 2                | 5            | 2,345         | 7            | 2,739         | 6            | 2,550         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 29            | 13,747         | 4,833          | 2,291         |
| 3                | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 30            | 14,012         | 5,000          | 2,335         |
| 4                | 7            | 2,739         | 7            | 2,739         | 6            | 2,550         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 32            | 14,364         | 5,333          | 2,394         |
| 5                | 6            | 2,550         | 8            | 2,915         | 7            | 2,739         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 32            | 14,317         | 5,333          | 2,386         |
| 6                | 5            | 2,345         | 7            | 2,739         | 7            | 2,739         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 30            | 13,936         | 5,000          | 2,323         |
| 7                | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 5            | 2,345         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 28            | 13,496         | 4,667          | 2,249         |
| 8                | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 29            | 13,762         | 4,833          | 2,294         |
| 9                | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 5            | 2,345         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 26            | 13,103         | 4,333          | 2,184         |
| 10               | 6            | 2,550         | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 29            | 13,808         | 4,833          | 2,301         |
| 11               | 5            | 2,345         | 7            | 2,739         | 7            | 2,739         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 28            | 13,435         | 4,667          | 2,239         |
| 12               | 7            | 2,739         | 7            | 2,739         | 6            | 2,550         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 33            | 14,615         | 5,500          | 2,436         |
| 13               | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 8            | 2,915         | 2            | 1,581         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 30            | 13,777         | 5,000          | 2,296         |
| 14               | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 26            | 13,103         | 4,333          | 2,184         |
| 15               | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 27            | 13,307         | 4,500          | 2,218         |
| 16               | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 28            | 13,558         | 4,667          | 2,260         |
| 17               | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 26            | 13,103         | 4,333          | 2,184         |
| 18               | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 2            | 1,581         | 29            | 13,661         | 4,833          | 2,277         |
| 19               | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 5            | 2,345         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 27            | 13,307         | 4,500          | 2,218         |
| 20               | 5            | 2,345         | 7            | 2,739         | 6            | 2,550         | 2            | 1,581         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 27            | 13,207         | 4,500          | 2,201         |
| 21               | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 6            | 2,550         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 29            | 13,701         | 4,833          | 2,283         |
| 22               | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 26            | 13,057         | 4,333          | 2,176         |
| 23               | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 8            | 2,915         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 31            | 14,128         | 5,167          | 2,355         |
| 24               | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 7            | 2,739         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 29            | 13,793         | 4,833          | 2,299         |
| 25               | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 7            | 2,739         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 31            | 14,140         | 5,167          | 2,357         |
| 26               | 8            | 2,915         | 7            | 2,739         | 7            | 2,739         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 32            | 14,256         | 5,333          | 2,376         |
| 27               | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 27            | 13,353         | 4,500          | 2,226         |
| 28               | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 8            | 2,915         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 3            | 1,871         | 33            | 14,541         | 5,500          | 2,423         |
| 29               | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 28            | 13,604         | 4,667          | 2,267         |
| 30               | 5            | 2,345         | 7            | 2,739         | 8            | 2,915         | 2            | 1,581         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 29            | 13,573         | 4,833          | 2,262         |
| <b>Jumlah</b>    | <b>170</b>   | <b>74,369</b> | <b>191</b>   | <b>78,492</b> | <b>188</b>   | <b>77,843</b> | <b>103</b>   | <b>59,264</b> | <b>107</b>   | <b>60,330</b> | <b>109</b>   | <b>60,818</b> | <b>868</b>    | <b>411,116</b> | <b>144,667</b> | <b>68,519</b> |
| <b>Rata-rata</b> | <b>5,667</b> | <b>2,479</b>  | <b>6,367</b> | <b>2,616</b>  | <b>6,267</b> | <b>2,595</b>  | <b>3,433</b> | <b>1,975</b>  | <b>3,567</b> | <b>2,011</b>  | <b>3,633</b> | <b>2,027</b>  | <b>28,933</b> | <b>13,704</b>  | <b>4,822</b>   | <b>2,284</b>  |

Tabel 23. Hasil Pengamatan Analisis Organoleptik Penelitian Utama Atribut Warna (Ulangan 4)

| Panelis          | Kode sampel  |               |              |               |              |               |              |               |              |               |              |               | Jumlah        |                | Rata-rata      |               |
|------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------|----------------|----------------|---------------|
|                  | j1w1         |               | j1w2         |               | j1w3         |               | j2w1         |               | j2w2         |               | j2w3         |               | DA            | DT             | DA             | DT            |
|                  | DA           | DT            | DA            | DT             | DA             | DT            |
| 1                | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 25            | 12,899         | 4,167          | 2,150         |
| 2                | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 26            | 13,057         | 4,333          | 2,176         |
| 3                | 6            | 2,550         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 27            | 13,353         | 4,500          | 2,226         |
| 4                | 7            | 2,739         | 6            | 2,550         | 5            | 2,345         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 29            | 13,747         | 4,833          | 2,291         |
| 5                | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 7            | 2,739         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 32            | 14,391         | 5,333          | 2,398         |
| 6                | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 27            | 13,246         | 4,500          | 2,208         |
| 7                | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 5            | 2,345         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 26            | 13,103         | 4,333          | 2,184         |
| 8                | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 28            | 13,512         | 4,667          | 2,252         |
| 9                | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 27            | 13,353         | 4,500          | 2,226         |
| 10               | 6            | 2,550         | 5            | 2,345         | 7            | 2,739         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 29            | 13,747         | 4,833          | 2,291         |
| 11               | 5            | 2,345         | 7            | 2,739         | 6            | 2,550         | 2            | 1,581         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 26            | 12,956         | 4,333          | 2,159         |
| 12               | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 6            | 2,550         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 31            | 14,202         | 5,167          | 2,367         |
| 13               | 7            | 2,739         | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 2            | 1,581         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 29            | 13,600         | 4,833          | 2,267         |
| 14               | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 28            | 13,558         | 4,667          | 2,260         |
| 15               | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 29            | 13,747         | 4,833          | 2,291         |
| 16               | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 25            | 12,899         | 4,167          | 2,150         |
| 17               | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 29            | 13,762         | 4,833          | 2,294         |
| 18               | 7            | 2,739         | 6            | 2,550         | 8            | 2,915         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 31            | 14,067         | 5,167          | 2,344         |
| 19               | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 5            | 2,345         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 26            | 13,103         | 4,333          | 2,184         |
| 20               | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 6            | 2,550         | 3            | 1,871         | 2            | 1,581         | 3            | 1,871         | 27            | 13,160         | 4,500          | 2,193         |
| 21               | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 27            | 13,307         | 4,500          | 2,218         |
| 22               | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 26            | 13,057         | 4,333          | 2,176         |
| 23               | 7            | 2,739         | 6            | 2,550         | 8            | 2,915         | 2            | 1,581         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 30            | 13,777         | 5,000          | 2,296         |
| 24               | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 7            | 2,739         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 29            | 13,747         | 4,833          | 2,291         |
| 25               | 7            | 2,739         | 7            | 2,739         | 7            | 2,739         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 32            | 14,329         | 5,333          | 2,388         |
| 26               | 8            | 2,915         | 7            | 2,739         | 7            | 2,739         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 35            | 14,981         | 5,833          | 2,497         |
| 27               | 6            | 2,550         | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 28            | 13,558         | 4,667          | 2,260         |
| 28               | 7            | 2,739         | 7            | 2,739         | 8            | 2,915         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 32            | 14,256         | 5,333          | 2,376         |
| 29               | 6            | 2,550         | 6            | 2,550         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 28            | 13,558         | 4,667          | 2,260         |
| 30               | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 28            | 13,604         | 4,667          | 2,267         |
| <b>Jumlah</b>    | <b>175</b>   | <b>75,330</b> | <b>180</b>   | <b>76,379</b> | <b>186</b>   | <b>77,462</b> | <b>101</b>   | <b>58,763</b> | <b>103</b>   | <b>59,342</b> | <b>107</b>   | <b>60,357</b> | <b>852</b>    | <b>407,632</b> | <b>142,000</b> | <b>67,939</b> |
| <b>Rata-rata</b> | <b>5,833</b> | <b>2,511</b>  | <b>6,000</b> | <b>2,546</b>  | <b>6,200</b> | <b>2,582</b>  | <b>3,367</b> | <b>1,959</b>  | <b>3,433</b> | <b>1,978</b>  | <b>3,567</b> | <b>2,012</b>  | <b>28,400</b> | <b>13,588</b>  | <b>4,733</b>   | <b>2,265</b>  |

Tabel 24. Hasil Perhitungan Data Asli Analisis Organoleptik Penelitian Utama  
Atribut Warna

| Faktor<br>J                   | Faktor<br>W              | Ulangan       |               |               |               | Jumlah<br>perlakuan | Rata-<br>rata |
|-------------------------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|---------------|
|                               |                          | 1             | 2             | 3             | 4             |                     |               |
| Bentonit<br>(j <sub>1</sub> ) | 24 jam (w <sub>1</sub> ) | 5,767         | 5,967         | 5,667         | 5,833         | 23,233              | 5,808         |
|                               | 48 jam (w <sub>2</sub> ) | 6,467         | 6,900         | 6,367         | 6,000         | 25,733              | 6,433         |
|                               | 72 jam (w <sub>3</sub> ) | 6,433         | 6,633         | 6,267         | 6,200         | 25,533              | 6,383         |
| <b>Sub total</b>              |                          | <b>18,667</b> | <b>19,500</b> | <b>18,301</b> | <b>18,033</b> | <b>74,500</b>       | <b>18,625</b> |
| <b>Rata-rata</b>              |                          | <b>6,222</b>  | <b>6,500</b>  | <b>6,100</b>  | <b>6,011</b>  | <b>24,833</b>       | <b>6,208</b>  |
| Zeolit<br>(j <sub>2</sub> )   | 24 jam (w <sub>1</sub> ) | 3,600         | 3,667         | 3,433         | 3,367         | 14,067              | 3,517         |
|                               | 48 jam (w <sub>2</sub> ) | 3,833         | 3,733         | 3,567         | 3,433         | 14,567              | 3,642         |
|                               | 72 jam (w <sub>3</sub> ) | 3,933         | 3,567         | 3,633         | 3,567         | 14,700              | 3,675         |
| <b>Sub total</b>              |                          | <b>11,367</b> | <b>10,967</b> | <b>10,633</b> | <b>10,367</b> | <b>43,333</b>       | <b>10,833</b> |
| <b>Rata-rata</b>              |                          | <b>3,789</b>  | <b>3,656</b>  | <b>3,544</b>  | <b>3,456</b>  | <b>14,444</b>       | <b>3,611</b>  |
| <b>Total ulangan</b>          |                          | <b>30,033</b> | <b>30,467</b> | <b>28,933</b> | <b>28,400</b> | <b>117,833</b>      | <b>29,458</b> |
| <b>Rata-rata</b>              |                          | <b>5,006</b>  | <b>5,078</b>  | <b>4,822</b>  | <b>4,733</b>  | <b>19,639</b>       | <b>4,910</b>  |

Tabel 25. Hasil Perhitungan Data Transformasi Analisis Organoleptik Penelitian  
Utama Atribut Warna

| Faktor<br>J                   | Faktor<br>W              | Ulangan       |               |               |               | Jumlah<br>perlakuan | Rata-<br>rata |
|-------------------------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|---------------|
|                               |                          | 1             | 2             | 3             | 4             |                     |               |
| Bentonit<br>(j <sub>1</sub> ) | 24 jam (w <sub>1</sub> ) | 2,499         | 2,539         | 2,479         | 2,511         | 10,028              | 2,507         |
|                               | 48 jam (w <sub>2</sub> ) | 2,634         | 2,717         | 2,616         | 2,546         | 10,513              | 2,628         |
|                               | 72 jam (w <sub>3</sub> ) | 2,630         | 2,666         | 2,595         | 2,582         | 10,473              | 2,618         |
| <b>Sub total</b>              |                          | <b>7,762</b>  | <b>7,922</b>  | <b>7,690</b>  | <b>7,639</b>  | <b>31,014</b>       | <b>7,753</b>  |
| <b>Rata-rata</b>              |                          | <b>2,587</b>  | <b>2,641</b>  | <b>2,563</b>  | <b>2,546</b>  | <b>10,338</b>       | <b>2,584</b>  |
| Zeolit<br>(j <sub>2</sub> )   | 24 jam (w <sub>1</sub> ) | 2,014         | 2,031         | 1,975         | 1,959         | 7,979               | 1,995         |
|                               | 48 jam (w <sub>2</sub> ) | 2,074         | 2,044         | 2,011         | 1,978         | 8,107               | 2,027         |
|                               | 72 jam (w <sub>3</sub> ) | 2,101         | 2,010         | 2,027         | 2,012         | 8,150               | 2,037         |
| <b>Sub total</b>              |                          | <b>6,189</b>  | <b>6,085</b>  | <b>6,014</b>  | <b>5,949</b>  | <b>24,236</b>       | <b>6,059</b>  |
| <b>Rata-rata</b>              |                          | <b>2,063</b>  | <b>2,028</b>  | <b>2,005</b>  | <b>1,983</b>  | <b>8,079</b>        | <b>2,020</b>  |
| <b>Total ulangan</b>          |                          | <b>13,951</b> | <b>14,007</b> | <b>13,704</b> | <b>13,588</b> | <b>55,250</b>       | <b>13,812</b> |
| <b>Rata-rata</b>              |                          | <b>2,325</b>  | <b>2,335</b>  | <b>2,284</b>  | <b>2,265</b>  | <b>9,208</b>        | <b>2,302</b>  |

Perhitungan analisis organoleptik atribut warna minyak jelantah hasil pemurnian :

$$\begin{aligned}
 \text{Faktor Koreksi} &= \frac{\text{Total}^2}{r \times j \times w} \\
 &= \frac{55,250^2}{4 \times 2 \times 3} = 127,190 \\
 \\
 \text{JK Total} &= [(\text{data ke-1})^2 + (\text{data ke-2})^2 + \dots + (\text{data ke-n})^2] - \text{FK} \\
 &= [(2,499)^2 + (2,539)^2 + \dots + (2,012)^2] - 127,190 \\
 &= 1,989 \\
 \\
 \text{JK Perlakuan} &= \frac{(\sum p_1)^2 + (\sum p_2)^2 + \dots + (\sum p_n)^2}{r} - \text{FK} \\
 &= \frac{(10,028)^2 + (10,513)^2 + \dots + (8,150)^2}{4} - 127,190 \\
 &= 1,954 \\
 \\
 \text{JK Kelompok} &= \frac{(\sum k_1)^2 + (\sum k_2)^2 + \dots + (\sum k_n)^2}{j \times w} - \text{FK} \\
 &= \frac{(13,951)^2 + (14,007)^2 + (13,704)^2 + (13,588)^2}{2 \times 3} - 127,190 \\
 &= 0,020 \\
 \\
 \text{JK (j)} &= \frac{(\sum j_1)^2 + (\sum j_2)^2 + \dots + (\sum j_n)^2}{w \times r} - \text{FK} \\
 &= \frac{(31,014)^2 + (24,236)^2}{3 \times 4} - 127,190 \\
 &= 1,914 \\
 \\
 \text{JK (w)} &= \frac{(\sum w_1)^2 + (\sum w_2)^2 + \dots + (\sum w_n)^2}{j \times r} - \text{FK} \\
 &= \frac{(10,028 + 7,979)^2 + (10,513 + 8,107)^2 + (10,473 + 8,150)^2}{2 \times 4} - 127,190 \\
 &= 0,031
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK(jw) &= \left[ \frac{(\sum_1 w_1)^2 + (\sum_2 w_2)^2 + \dots + (\sum_n w_n)^2}{r} \right] - FK - JK_j - JK_w \\
 &= \left[ \frac{(10,028)^2 + (10,513)^2 + \dots + (8,150)^2}{4} \right] - 127,190 - 1,914 - 0,031 \\
 &= 0,009
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKG &= JKT - JKK - JK_j - JK_w - JK_{jw} \\
 &= 1,989 - 0,020 - 1,914 - 0,031 - 0,009 \\
 &= 0,015
 \end{aligned}$$

Tabel 26. Analisis Variansi (ANAVA) Organoleptik Atribut Warna Penelitian  
Utama

| Sumber Variansi | Derajat Bebas (db) | Jumlah Kuadrat (JK) | Kuadrat Tengah (KT) | F Hitung |   | F Tabel 5% |
|-----------------|--------------------|---------------------|---------------------|----------|---|------------|
| Kelompok        | 3                  | 0,020               | 0,007               | –        |   | –          |
| Perlakuan       | 5                  | 1,954               | 0,391               | –        |   | –          |
| Faktor J        | 1                  | 1,914               | 1,914               | 1890,909 | * | 4,54       |
| Faktor W        | 2                  | 0,031               | 0,016               | 15,534   | * | 3,68       |
| Interaksi JW    | 2                  | 0,009               | 0,004               | 4,303    | * | 3,68       |
| Galat           | 15                 | 0,015               | 0,001               |          |   |            |
| Total           | 23                 | 1,989               | 0,086               |          |   |            |

Keterangan : (tn) = Tidak Berbeda Nyata (tidak berpengaruh)

(\*) = Berbeda Nyata (berpengaruh)

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA, diketahui bahwa nilai F hitung > F tabel 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan berpengaruh dalam hal analisis organoleptik atribut warna pada faktor J (jenis adsorben), faktor W (waktu adsorpsi), dan interaksi JW (jenis adsorben dan waktu adsorpsi), maka harus dilakukan uji lanjut duncan.

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| $SY = \sqrt{\frac{KTG}{r \times w}}$ | $\sqrt{\frac{0,001}{4 \times 3}} = 0,009$ |
|--------------------------------------|---|

Tabel 27. Uji Lanjut Duncan Analisis Organoleptik Atribut Warna Faktor J

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Rata-<br>rata | Kode<br>perlakuan | Perlakuan |   |   |  | Taraf nyata<br>5% |
|-----------|-----------|---------------|-------------------|-----------|---|---|--|-------------------|
|           |           |               |                   | 1         |   | 2 |  |                   |
|           |           | 6,059         | j2                | -         |   |   |  | a                 |
| 3,01      | 0,028     | 7,753         | j1                | 1,694     | * | - |  | b                 |

Kesimpulan :

Berdasarkan uji lanjut duncan pada taraf 5% dapat disimpulkan bahwa perlakuan j1 berbeda nyata dengan perlakuan j2. Perlakuan j2 berbeda nyata dengan perlakuan j1.

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| $SY = \sqrt{\frac{KTG}{r \times j}}$ | $\sqrt{\frac{0,001}{4 \times 2}} = 0,011$ |
|--------------------------------------|---|

Tabel 28. Uji Lanjut Duncan Analisis Organoleptik Atribut Warna Faktor W

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Rata-<br>rata | Kode<br>perlakuan | Perlakuan |   |       |    | Taraf<br>nyata 5% |
|-----------|-----------|---------------|-------------------|-----------|---|-------|----|-------------------|
|           |           |               |                   | 1         |   | 2     | 3  |                   |
|           |           | 4,502         | w1                | -         |   |       |    | a                 |
| 3,01      | 0,034     | 4,655         | w2                | 0,153     | * | -     |    | b                 |
| 3,16      | 0,036     | 4,656         | w3                | 0,154     | * | 0,001 | tn | b                 |

Kesimpulan :

Berdasarkan uji lanjut duncan pada taraf 5% dapat disimpulkan bahwa perlakuan w1 berbeda nyata dengan perlakuan w2 dan w3. Perlakuan w2 berbeda nyata dengan perlakuan w1, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan w3. Perlakuan w3 berbeda nyata dengan perlakuan w1, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan w2.

|                             |                                  |
|-----------------------------|----------------------------------|
| $SY = \sqrt{\frac{KTG}{r}}$ | $\sqrt{\frac{0,001}{4}} = 0,016$ |
|-----------------------------|----------------------------------|

Tabel 29. Uji Lanjut Duncan Interaksi Faktor J dan W terhadap Analisis Organoleptik Atribut Warna

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Rata-<br>rata | Kode<br>perlakuan | Perlakuan |    |       |    |       |   |       |   |       |    | Tarf nyata<br>5% |   |   |
|-----------|-----------|---------------|-------------------|-----------|----|-------|----|-------|---|-------|---|-------|----|------------------|---|---|
|           |           |               |                   | 1         |    | 2     |    | 3     |   | 4     |   | 5     |    |                  | 6 |   |
|           |           | 1,995         | j2w1              | -         |    |       |    |       |   |       |   |       |    |                  |   | a |
| 3,01      | 0,048     | 2,027         | j2w2              | 0,032     | tn | -     |    |       |   |       |   |       |    |                  |   | a |
| 3,16      | 0,050     | 2,037         | j2w3              | 0,043     | tn | 0,011 | tn | -     |   |       |   |       |    |                  |   | a |
| 3,25      | 0,052     | 2,507         | j1w1              | 0,512     | *  | 0,480 | *  | 0,470 | * | -     |   |       |    |                  |   | b |
| 3,31      | 0,053     | 2,618         | j1w3              | 0,623     | *  | 0,591 | *  | 0,581 | * | 0,111 | * | -     |    |                  |   | c |
| 3,36      | 0,053     | 2,628         | j1w2              | 0,633     | *  | 0,601 | *  | 0,591 | * | 0,121 | * | 0,010 | tn | -                |   | c |

**Kesimpulan :**

Berdasarkan uji lanjut duncan pada taraf 5% dapat disimpulkan bahwa perlakuan j1w1 berbeda nyata dengan perlakuan j1w2, j1w3, j2w1, j2w2 dan j2w3. Perlakuan j1w2 berbeda nyata dengan perlakuan j1w1, j2w1, j2w2, j2w3 tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan j1w3. Perlakuan j1w3 berbeda nyata dengan perlakuan j1w1, j2w1, j2w2, j2w3, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan j1w2. Perlakuan j2w1 berbeda nyata dengan perlakuan j1w1, j1w2, j1w3 tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan j2w2 dan j2w3. Perlakuan j2w2 berbeda nyata dengan perlakuan j1w1, j1w2, j1w3, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan j2w1 dan j2w3. Perlakuan j2w3 berbeda nyata dengan perlakuan j1w1, j1w2, j1w3, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan j2w1 dan j2w2.

|                             |                                  |
|-----------------------------|----------------------------------|
| $SY = \sqrt{\frac{KTG}{r}}$ | $\sqrt{\frac{0,001}{4}} = 0,016$ |
|-----------------------------|----------------------------------|

Tabel 30. Uji Lanjut Dwi Arah Analisis Organoleptik Atribut Warna Faktor J terhadap W

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Nilai rata-rata |       | Perlakuan |   |       |    |   |  | Taraf nyata 5% |   |
|-----------|-----------|-----------------|-------|-----------|---|-------|----|---|--|----------------|---|
|           |           | Kode            | Nilai | 1         |   | 2     |    | 3 |  |                |   |
|           |           | j1w1            | 2,507 | -         |   |       |    |   |  |                | a |
| 3,01      | 0,048     | j1w3            | 2,618 | 0,111     | * | -     |    |   |  |                | b |
| 3,16      | 0,050     | j1w2            | 2,628 | 0,121     | * | 0,010 | tn | - |  |                | b |

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Nilai rata-rata |       | Perlakuan |    |       |    |   |  | Taraf nyata 5% |   |
|-----------|-----------|-----------------|-------|-----------|----|-------|----|---|--|----------------|---|
|           |           | Kode            | Nilai | 1         |    | 2     |    | 3 |  |                |   |
|           |           | j2w1            | 1,995 | -         |    |       |    |   |  |                | a |
| 3,01      | 0,048     | j2w2            | 2,027 | 0,032     | tn | -     |    |   |  |                | a |
| 3,16      | 0,050     | j2w3            | 2,037 | 0,043     | tn | 0,011 | tn | - |  |                | a |

Tabel 31. Uji Lanjut Dwi Arah Analisis Organoleptik Atribut Warna Faktor W terhadap J

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Nilai rata-rata |       | Perlakuan |   |   |  | Taraf nyata 5% |
|-----------|-----------|-----------------|-------|-----------|---|---|--|----------------|
|           |           | Kode            | Nilai | 1         |   | 2 |  |                |
|           |           | j2w1            | 1,995 | -         |   |   |  | A              |
| 3,01      | 0,048     | j1w1            | 2,507 | 0,512     | * | - |  | B              |

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Nilai rata-rata |       | Perlakuan |   |   |  | Taraf nyata 5% |
|-----------|-----------|-----------------|-------|-----------|---|---|--|----------------|
|           |           | Kode            | Nilai | 1         |   | 2 |  |                |
|           |           | j2w2            | 2,027 | -         |   |   |  | A              |
| 3,01      | 0,048     | j1w2            | 2,628 | 0,601     | * | - |  | B              |

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Nilai rata-rata |       | Perlakuan |   |   | Taraf nyata<br>5% |
|-----------|-----------|-----------------|-------|-----------|---|---|-------------------|
|           |           | Kode            | Nilai | 1         | 2 | 3 |                   |
|           |           | j2w3            | 2,037 | -         |   |   | A                 |
| 3,01      | 0,048     | j1w3            | 2,618 | 0,581     | * | - | B                 |

Tabel 32. Hasil Uji Lanjut Dwi Arah Analisis Organoleptik Atribut Warna

| Jenis adsorben<br>(J)   | Waktu adsorpsi (W) |                |                |
|-------------------------|--------------------|----------------|----------------|
|                         | w1<br>(24 jam)     | w2<br>(48 jam) | w3<br>(72 jam) |
| <b>j1</b><br>(bentonit) | 2,507<br>a         | 2,628<br>b     | 2,618<br>b     |
| <b>j2</b><br>(zeolit)   | 1,995<br>a         | 2,027<br>a     | 2,037<br>a     |

Keterangan :

- Setiap huruf yang berbeda menyatakan perbedaan yang nyata menurut uji duncan pada taraf 5%.
- Huruf kecil dibaca secara horizontal dan huruf kapital dibaca secara vertical.

Kesimpulan :

Perbedaan jenis adsorben pada waktu adsorpsi yang tetap, terjadi perbedaan yang nyata pada w1 w2 dan w3 terhadap warna minyak jelantah. Semakin meningkatnya waktu adsorpsi pada perbedaan jenis adsorben, terjadi perbedaan yang nyata pada j1 kecuali pada j1w2 dan j1w3, sedangkan pada j2 tidak terjadi perbedaan yang nyata terhadap warna minyak jelantah.

Tabel 33. Hasil Pengamatan Analisis Organoleptik Penelitian Utama Atribut Aroma (Ulangan 1)

| Panelis          | Kode sampel  |               |              |               |              |               |              |               |              |               |              |               | Jumlah        |                | Rata-rata      |               |
|------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------|----------------|----------------|---------------|
|                  | j1w1         |               | j1w2         |               | j1w3         |               | j2w1         |               | j2w2         |               | j2w3         |               | DA            | DT             | DA             | DT            |
|                  | DA           | DT            | DA            | DT             | DA             | DT            |
| 1                | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 21            | 11,950         | 3,500          | 1,992         |
| 2                | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 27            | 13,400         | 4,500          | 2,233         |
| 3                | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 25            | 12,952         | 4,167          | 2,159         |
| 4                | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 30            | 14,071         | 5,000          | 2,345         |
| 5                | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 29            | 13,847         | 4,833          | 2,308         |
| 6                | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 26            | 13,176         | 4,333          | 2,196         |
| 7                | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 30            | 14,052         | 5,000          | 2,342         |
| 8                | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 6            | 2,550         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 29            | 13,828         | 4,833          | 2,305         |
| 9                | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 3            | 1,871         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 28            | 13,597         | 4,667          | 2,266         |
| 10               | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 25            | 12,925         | 4,167          | 2,154         |
| 11               | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 6            | 2,550         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 28            | 13,604         | 4,667          | 2,267         |
| 12               | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 27            | 13,400         | 4,500          | 2,233         |
| 13               | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 28            | 13,623         | 4,667          | 2,271         |
| 14               | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 20            | 11,726         | 3,333          | 1,954         |
| 15               | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 2            | 1,581         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 21            | 11,911         | 3,500          | 1,985         |
| 16               | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 25            | 12,952         | 4,167          | 2,159         |
| 17               | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 28            | 13,623         | 4,667          | 2,271         |
| 18               | 3            | 1,871         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 25            | 12,925         | 4,167          | 2,154         |
| 19               | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 26            | 13,176         | 4,333          | 2,196         |
| 20               | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 22            | 12,227         | 3,667          | 2,038         |
| 21               | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 22            | 12,227         | 3,667          | 2,038         |
| 22               | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 23            | 12,477         | 3,833          | 2,080         |
| 23               | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 26            | 13,176         | 4,333          | 2,196         |
| 24               | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 20            | 11,726         | 3,333          | 1,954         |
| 25               | 5            | 2,345         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 26            | 13,149         | 4,333          | 2,192         |
| 26               | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 23            | 12,451         | 3,833          | 2,075         |
| 27               | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 28            | 13,623         | 4,667          | 2,271         |
| 28               | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 23            | 12,477         | 3,833          | 2,080         |
| 29               | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 30            | 14,071         | 5,000          | 2,345         |
| 30               | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 27            | 13,400         | 4,500          | 2,233         |
| <b>Jumlah</b>    | <b>130</b>   | <b>65,799</b> | <b>134</b>   | <b>66,721</b> | <b>141</b>   | <b>68,256</b> | <b>119</b>   | <b>63,137</b> | <b>122</b>   | <b>63,901</b> | <b>122</b>   | <b>63,928</b> | <b>768</b>    | <b>391,741</b> | <b>128,000</b> | <b>65,290</b> |
| <b>Rata-rata</b> | <b>4,333</b> | <b>2,193</b>  | <b>4,467</b> | <b>2,224</b>  | <b>4,700</b> | <b>2,275</b>  | <b>3,967</b> | <b>2,105</b>  | <b>4,067</b> | <b>2,130</b>  | <b>4,067</b> | <b>2,131</b>  | <b>25,600</b> | <b>13,058</b>  | <b>4,267</b>   | <b>2,176</b>  |

Tabel 34. Hasil Pengamatan Analisis Organoleptik Penelitian Utama Atribut Aroma (Ulangan 2)

| Panelis          | Kode sampel  |               |              |               |              |               |              |               |              |               |              |               | Jumlah        |                | Rata-rata      |               |
|------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------|----------------|----------------|---------------|
|                  | j1w1         |               | j1w2         |               | j1w3         |               | j2w1         |               | j2w2         |               | j2w3         |               | DA            | DT             | DA             | DT            |
|                  | DA           | DT            | DA            | DT             | DA             | DT            |
| 1                | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 21            | 11,976         | 3,500          | 1,996         |
| 2                | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 21            | 11,976         | 3,500          | 1,996         |
| 3                | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 23            | 12,477         | 3,833          | 2,080         |
| 4                | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 26            | 13,176         | 4,333          | 2,196         |
| 5                | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 23            | 12,451         | 3,833          | 2,075         |
| 6                | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 21            | 11,976         | 3,500          | 1,996         |
| 7                | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 23            | 12,451         | 3,833          | 2,075         |
| 8                | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 22            | 12,227         | 3,667          | 2,038         |
| 9                | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 23            | 12,451         | 3,833          | 2,075         |
| 10               | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 21            | 11,976         | 3,500          | 1,996         |
| 11               | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 24            | 12,701         | 4,000          | 2,117         |
| 12               | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 25            | 12,952         | 4,167          | 2,159         |
| 13               | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 24            | 12,701         | 4,000          | 2,117         |
| 14               | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 20            | 11,726         | 3,333          | 1,954         |
| 15               | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 22            | 12,227         | 3,667          | 2,038         |
| 16               | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 22            | 12,227         | 3,667          | 2,038         |
| 17               | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 21            | 11,976         | 3,500          | 1,996         |
| 18               | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 21            | 11,976         | 3,500          | 1,996         |
| 19               | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 21            | 11,976         | 3,500          | 1,996         |
| 20               | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 21            | 11,976         | 3,500          | 1,996         |
| 21               | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 20            | 11,726         | 3,333          | 1,954         |
| 22               | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 24            | 12,701         | 4,000          | 2,117         |
| 23               | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 24            | 12,701         | 4,000          | 2,117         |
| 24               | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 20            | 11,726         | 3,333          | 1,954         |
| 25               | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 24            | 12,701         | 4,000          | 2,117         |
| 26               | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 22            | 12,227         | 3,667          | 2,038         |
| 27               | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 21            | 11,976         | 3,500          | 1,996         |
| 28               | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 22            | 12,227         | 3,667          | 2,038         |
| 29               | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 26            | 13,176         | 4,333          | 2,196         |
| 30               | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 22            | 12,227         | 3,667          | 2,038         |
| <b>Jumlah</b>    | <b>110</b>   | <b>61,055</b> | <b>108</b>   | <b>60,607</b> | <b>112</b>   | <b>61,582</b> | <b>109</b>   | <b>60,858</b> | <b>113</b>   | <b>61,833</b> | <b>118</b>   | <b>63,032</b> | <b>670</b>    | <b>368,967</b> | <b>111,667</b> | <b>61,495</b> |
| <b>Rata-rata</b> | <b>3,667</b> | <b>2,035</b>  | <b>3,600</b> | <b>2,020</b>  | <b>3,733</b> | <b>2,053</b>  | <b>3,633</b> | <b>2,029</b>  | <b>3,767</b> | <b>2,061</b>  | <b>3,933</b> | <b>2,101</b>  | <b>22,333</b> | <b>12,299</b>  | <b>3,722</b>   | <b>2,050</b>  |

Tabel 35. Hasil Pengamatan Analisis Organoleptik Penelitian Utama Atribut Aroma (Ulangan 3)

| Panelis          | Kode sampel  |               |              |               |              |               |              |               |              |               |              |               | Jumlah        |                | Rata-rata      |               |
|------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------|----------------|----------------|---------------|
|                  | j1w1         |               | j1w2         |               | j1w3         |               | j2w1         |               | j2w2         |               | j2w3         |               |               |                |                |               |
|                  | DA           | DT            | DA            | DT             | DA             | DT            |
| 1                | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 21            | 11,976         | 3,500          | 1,996         |
| 2                | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 21            | 11,976         | 3,500          | 1,996         |
| 3                | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 22            | 12,227         | 3,667          | 2,038         |
| 4                | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 26            | 13,176         | 4,333          | 2,196         |
| 5                | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 24            | 12,701         | 4,000          | 2,117         |
| 6                | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 23            | 12,477         | 3,833          | 2,080         |
| 7                | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 23            | 12,451         | 3,833          | 2,075         |
| 8                | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 22            | 12,227         | 3,667          | 2,038         |
| 9                | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 5            | 2,345         | 22            | 12,200         | 3,667          | 2,033         |
| 10               | 3            | 1,871         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 23            | 12,451         | 3,833          | 2,075         |
| 11               | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 24            | 12,701         | 4,000          | 2,117         |
| 12               | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 21            | 11,976         | 3,500          | 1,996         |
| 13               | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 22            | 12,227         | 3,667          | 2,038         |
| 14               | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 20            | 11,726         | 3,333          | 1,954         |
| 15               | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 23            | 12,477         | 3,833          | 2,080         |
| 16               | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 25            | 12,952         | 4,167          | 2,159         |
| 17               | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 3            | 1,871         | 24            | 12,701         | 4,000          | 2,117         |
| 18               | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 22            | 12,227         | 3,667          | 2,038         |
| 19               | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 21            | 11,976         | 3,500          | 1,996         |
| 20               | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 22            | 12,227         | 3,667          | 2,038         |
| 21               | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 23            | 12,477         | 3,833          | 2,080         |
| 22               | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 21            | 11,976         | 3,500          | 1,996         |
| 23               | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 5            | 2,345         | 24            | 12,675         | 4,000          | 2,112         |
| 24               | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 22            | 12,227         | 3,667          | 2,038         |
| 25               | 5            | 2,345         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 25            | 12,925         | 4,167          | 2,154         |
| 26               | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 21            | 11,976         | 3,500          | 1,996         |
| 27               | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 5            | 2,345         | 23            | 12,451         | 3,833          | 2,075         |
| 28               | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 21            | 11,976         | 3,500          | 1,996         |
| 29               | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 25            | 12,952         | 4,167          | 2,159         |
| 30               | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 20            | 11,726         | 3,333          | 1,954         |
| <b>Jumlah</b>    | <b>104</b>   | <b>59,605</b> | <b>112</b>   | <b>61,582</b> | <b>114</b>   | <b>62,083</b> | <b>113</b>   | <b>61,833</b> | <b>117</b>   | <b>62,808</b> | <b>116</b>   | <b>62,505</b> | <b>676</b>    | <b>370,417</b> | <b>112,667</b> | <b>61,736</b> |
| <b>Rata-rata</b> | <b>3,467</b> | <b>1,987</b>  | <b>3,733</b> | <b>2,053</b>  | <b>3,800</b> | <b>2,069</b>  | <b>3,767</b> | <b>2,061</b>  | <b>3,900</b> | <b>2,094</b>  | <b>3,867</b> | <b>2,083</b>  | <b>22,533</b> | <b>12,347</b>  | <b>3,756</b>   | <b>2,058</b>  |

Tabel 36. Hasil Pengamatan Analisis Organoleptik Penelitian Utama Atribut Aroma (Ulangan 4)

| Panelis          | Kode sampel  |               |              |               |              |               |              |               |              |               |              |               | Jumlah        |                | Rata-rata      |               |
|------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------|----------------|----------------|---------------|
|                  | j1w1         |               | j1w2         |               | j1w3         |               | j2w1         |               | j2w2         |               | j2w3         |               |               |                |                |               |
|                  | DA           | DT            | DA            | DT             | DA             | DT            |
| 1                | 2            | 1,581         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 19            | 11,436         | 3,167          | 1,906         |
| 2                | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 23            | 12,451         | 3,833          | 2,075         |
| 3                | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 21            | 11,976         | 3,500          | 1,996         |
| 4                | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 20            | 11,726         | 3,333          | 1,954         |
| 5                | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 26            | 13,176         | 4,333          | 2,196         |
| 6                | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 24            | 12,701         | 4,000          | 2,117         |
| 7                | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 21            | 11,976         | 3,500          | 1,996         |
| 8                | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 22            | 12,200         | 3,667          | 2,033         |
| 9                | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 23            | 12,451         | 3,833          | 2,075         |
| 10               | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 23            | 12,451         | 3,833          | 2,075         |
| 11               | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 24            | 12,701         | 4,000          | 2,117         |
| 12               | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 22            | 12,227         | 3,667          | 2,038         |
| 13               | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 19            | 11,475         | 3,167          | 1,913         |
| 14               | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 22            | 12,227         | 3,667          | 2,038         |
| 15               | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 20            | 11,726         | 3,333          | 1,954         |
| 16               | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 20            | 11,726         | 3,333          | 1,954         |
| 17               | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 22            | 12,227         | 3,667          | 2,038         |
| 18               | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 21            | 11,976         | 3,500          | 1,996         |
| 19               | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 23            | 12,451         | 3,833          | 2,075         |
| 20               | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 23            | 12,477         | 3,833          | 2,080         |
| 21               | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 21            | 11,976         | 3,500          | 1,996         |
| 22               | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 23            | 12,451         | 3,833          | 2,075         |
| 23               | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 23            | 12,477         | 3,833          | 2,080         |
| 24               | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 19            | 11,475         | 3,167          | 1,913         |
| 25               | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 4            | 2,121         | 23            | 12,451         | 3,833          | 2,075         |
| 26               | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 22            | 12,227         | 3,667          | 2,038         |
| 27               | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 5            | 2,345         | 24            | 12,701         | 4,000          | 2,117         |
| 28               | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 20            | 11,726         | 3,333          | 1,954         |
| 29               | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 22            | 12,227         | 3,667          | 2,038         |
| 30               | 3            | 1,871         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 4            | 2,121         | 3            | 1,871         | 4            | 2,121         | 21            | 11,976         | 3,500          | 1,996         |
| <b>Jumlah</b>    | <b>106</b>   | <b>60,094</b> | <b>107</b>   | <b>60,357</b> | <b>115</b>   | <b>62,254</b> | <b>106</b>   | <b>60,106</b> | <b>110</b>   | <b>61,081</b> | <b>112</b>   | <b>61,556</b> | <b>656</b>    | <b>365,448</b> | <b>109,333</b> | <b>60,908</b> |
| <b>Rata-rata</b> | <b>3,533</b> | <b>2,003</b>  | <b>3,567</b> | <b>2,012</b>  | <b>3,833</b> | <b>2,075</b>  | <b>3,533</b> | <b>2,004</b>  | <b>3,667</b> | <b>2,036</b>  | <b>3,733</b> | <b>2,052</b>  | <b>21,867</b> | <b>12,182</b>  | <b>3,644</b>   | <b>2,030</b>  |

Tabel 37. Hasil Perhitungan Data Asli Analisis Organoleptik Penelitian Utama  
Atribut Aroma

| faktor<br>J                   | faktor<br>W              | ulangan       |               |               |               | jumlah<br>perlakuan | rata-<br>rata |
|-------------------------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|---------------|
|                               |                          | 1             | 2             | 3             | 4             |                     |               |
| Bentonit<br>(j <sub>1</sub> ) | 24 jam (w <sub>1</sub> ) | 4,333         | 3,667         | 3,467         | 3,533         | 15,000              | 3,750         |
|                               | 48 jam (w <sub>2</sub> ) | 4,467         | 3,600         | 3,733         | 3,567         | 15,367              | 3,842         |
|                               | 72 jam (w <sub>3</sub> ) | 4,700         | 3,733         | 3,800         | 3,800         | 16,033              | 4,008         |
| <b>Sub total</b>              |                          | <b>13,500</b> | <b>11,000</b> | <b>11,000</b> | <b>10,900</b> | <b>46,400</b>       | <b>11,600</b> |
| <b>rata-rata</b>              |                          | <b>4,500</b>  | <b>3,667</b>  | <b>3,667</b>  | <b>3,633</b>  | <b>15,467</b>       | <b>3,867</b>  |
| Zeolit<br>(j <sub>2</sub> )   | 24 jam (w <sub>1</sub> ) | 3,967         | 3,633         | 3,767         | 3,533         | 14,900              | 3,725         |
|                               | 48 jam (w <sub>2</sub> ) | 4,067         | 3,767         | 3,900         | 3,667         | 15,400              | 3,850         |
|                               | 72 jam (w <sub>3</sub> ) | 4,067         | 3,933         | 3,867         | 3,733         | 15,600              | 3,900         |
| <b>Sub total</b>              |                          | <b>12,100</b> | <b>11,333</b> | <b>11,533</b> | <b>10,933</b> | <b>45,900</b>       | <b>11,475</b> |
| <b>Rata-rata</b>              |                          | <b>4,033</b>  | <b>3,778</b>  | <b>3,844</b>  | <b>3,644</b>  | <b>15,300</b>       | <b>3,825</b>  |
| <b>Total ulangan</b>          |                          | <b>25,600</b> | <b>22,333</b> | <b>22,533</b> | <b>21,833</b> | <b>92,300</b>       | <b>23,075</b> |
| <b>Rata-rata</b>              |                          | <b>4,267</b>  | <b>3,722</b>  | <b>3,756</b>  | <b>3,639</b>  | <b>15,383</b>       | <b>3,846</b>  |

Tabel 38. Hasil Perhitungan Data Transformasi Analisis Organoleptik Penelitian  
Utama Atribut Aroma

| faktor<br>J                   | faktor<br>W              | ulangan       |               |               |               | jumlah<br>perlakuan | rata-<br>rata |
|-------------------------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|---------------|
|                               |                          | 1             | 2             | 3             | 4             |                     |               |
| Bentonit<br>(j <sub>1</sub> ) | 24 jam (w <sub>1</sub> ) | 2,193         | 2,035         | 1,987         | 2,003         | 8,218               | 2,055         |
|                               | 48 jam (w <sub>2</sub> ) | 2,224         | 2,020         | 2,053         | 2,012         | 8,309               | 2,077         |
|                               | 72 jam (w <sub>3</sub> ) | 2,275         | 2,053         | 2,069         | 2,075         | 8,473               | 2,118         |
| <b>Sub total</b>              |                          | <b>6,693</b>  | <b>6,108</b>  | <b>6,109</b>  | <b>6,090</b>  | <b>25,000</b>       | <b>6,250</b>  |
| <b>rata-rata</b>              |                          | <b>2,231</b>  | <b>2,036</b>  | <b>2,036</b>  | <b>2,030</b>  | <b>8,333</b>        | <b>2,083</b>  |
| zeolit<br>(j <sub>2</sub> )   | 24 jam (w <sub>1</sub> ) | 2,105         | 2,029         | 2,061         | 2,004         | 8,198               | 2,049         |
|                               | 48 jam (w <sub>2</sub> ) | 2,130         | 2,061         | 2,094         | 2,036         | 8,321               | 2,080         |
|                               | 72 jam (w <sub>3</sub> ) | 2,131         | 2,101         | 2,083         | 2,052         | 8,367               | 2,092         |
| <b>Sub total</b>              |                          | <b>6,366</b>  | <b>6,191</b>  | <b>6,238</b>  | <b>6,091</b>  | <b>24,886</b>       | <b>6,221</b>  |
| <b>rata-rata</b>              |                          | <b>2,122</b>  | <b>2,064</b>  | <b>2,079</b>  | <b>2,030</b>  | <b>8,295</b>        | <b>2,074</b>  |
| <b>Total ulangan</b>          |                          | <b>13,058</b> | <b>12,299</b> | <b>12,347</b> | <b>12,182</b> | <b>49,886</b>       | <b>12,471</b> |
| <b>Rata-rata</b>              |                          | <b>2,176</b>  | <b>2,050</b>  | <b>2,058</b>  | <b>2,030</b>  | <b>8,314</b>        | <b>2,079</b>  |

Perhitungan analisis organoleptik atribut aroma minyak jelantah hasil pemurnian :

$$\begin{aligned}
 \text{Faktor Koreksi} &= \frac{\text{Total}^2}{r \times j \times w} \\
 &= \frac{49,886^2}{4 \times 2 \times 3} = 103,691 \\
 \\
 \text{JK Total} &= [(\text{data ke-1})^2 + (\text{data ke-2})^2 + \dots + (\text{data ke-n})^2] - \text{FK} \\
 &= [(2,193)^2 + (2,035)^2 + \dots + (2,052)^2] - 103,691 \\
 &= 0,116 \\
 \\
 \text{JK Perlakuan} &= \frac{(\sum p_1)^2 + (\sum p_2)^2 + \dots + (\sum p_n)^2}{r} - \text{FK} \\
 &= \frac{(8,218)^2 + (8,309)^2 + \dots + (8,367)^2}{4} - 103,691 \\
 &= 0,013 \\
 \\
 \text{JK Kelompok} &= \frac{(\sum k_1)^2 + (\sum k_2)^2 + \dots + (\sum k_n)^2}{j \times w} - \text{FK} \\
 &= \frac{(13,058)^2 + (12,299)^2 + (12,347)^2 + (12,182)^2}{2 \times 3} - 103,691 \\
 &= 0,079 \\
 \\
 \text{JK (j)} &= \frac{(\sum j_1)^2 + (\sum j_2)^2 + \dots + (\sum j_n)^2}{w \times r} - \text{FK} \\
 &= \frac{(25,000)^2 + (24,886)^2}{3 \times 4} - 103,691 \\
 &= 0,001 \\
 \\
 \text{JK (w)} &= \frac{(\sum w_1)^2 + (\sum w_2)^2 + \dots + (\sum w_n)^2}{j \times r} - \text{FK} \\
 &= \frac{(8,218 + 8,198)^2 + (8,309 + 8,321)^2 + (8,473 + 8,367)^2}{2 \times 4} - 103,691 \\
 &= 0,011
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK(jw) &= \left[ \frac{(\sum j_1 w_1)^2 + (\sum j_2 w_2)^2 + \dots + (\sum j_n w_n)^2}{r} \right] - FK - JK_j - JK_w \\
 &= \left[ \frac{(8,218)^2 + (8,309)^2 + \dots + (8,367)^2}{4} \right] - 103,691 - 0,001 - 0,011 \\
 &= 0,001
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKG &= JKT - JKK - JK_j - JK_w - JK_{jw} \\
 &= 0,116 - 0,079 - 0,001 - 0,011 - 0,001 \\
 &= 0,025
 \end{aligned}$$

Tabel 39. Analisis Variansi (ANAVA) Organoleptik Atribut Aroma Penelitian  
Utama

| Sumber Variansi | Derajat Bebas (db) | Jumlah Kuadrat (JK) | Kuadrat Tengah (KT) | F Hitung |    | F Tabel 5% |
|-----------------|--------------------|---------------------|---------------------|----------|----|------------|
| Kelompok        | 3                  | 0,079               | 0,026               | –        |    | –          |
| Perlakuan       | 5                  | 0,013               | 0,003               | –        |    | –          |
| Faktor J        | 1                  | 0,001               | 0,001               | 0,327    | tn | 4,54       |
| Faktor W        | 2                  | 0,011               | 0,006               | 3,396    | tn | 3,68       |
| Interaksi JW    | 2                  | 0,001               | 0,0005              | 0,276    | tn | 3,68       |
| Galat           | 15                 | 0,025               | 0,002               |          |    |            |
| Total           | 23                 | 0,116               | 0,005               |          |    |            |

Keterangan : (tn) = Tidak Berbeda Nyata (tidak berpengaruh)

(\*) = Berbeda Nyata (berpengaruh)

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA, diketahui bahwa nilai F hitung  $\leq$  F tabel 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh dalam hal analisis organoleptik atribut aroma pada faktor J (jenis adsorben), faktor W (waktu adsorpsi), dan interaksi JW (jenis adsorben dan waktu adsorpsi), maka tidak perlu dilakukan uji lanjut duncan.

### Lampiran 11. Data Hasil Analisis Fisik Penelitian Utama

Tabel 40. Hasil Perhitungan Analisis Intensitas Warna Penelitian Utama

| Faktor<br>J                   | Faktor<br>W              | Ulangan       |               |               |               | Jumlah<br>perlakuan | Rata-<br>rata |
|-------------------------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|---------------|
|                               |                          | 1             | 2             | 3             | 4             |                     |               |
| Bentonit<br>(j <sub>1</sub> ) | 24 jam (w <sub>1</sub> ) | 2,241         | 2,180         | 2,287         | 2,313         | 9,021               | 2,255         |
|                               | 48 jam (w <sub>2</sub> ) | 2,047         | 2,061         | 2,114         | 2,139         | 8,361               | 2,090         |
|                               | 72 jam (w <sub>3</sub> ) | 2,011         | 2,007         | 2,101         | 2,116         | 8,235               | 2,059         |
| <b>Sub total</b>              |                          | <b>6,299</b>  | <b>6,248</b>  | <b>6,502</b>  | <b>6,568</b>  | <b>25,617</b>       | <b>6,404</b>  |
| <b>rata-rata</b>              |                          | <b>2,100</b>  | <b>2,083</b>  | <b>2,167</b>  | <b>2,189</b>  | <b>8,539</b>        | <b>2,135</b>  |
| Bentonit<br>(j <sub>2</sub> ) | 24 jam (w <sub>1</sub> ) | 2,526         | 2,519         | 2,537         | 2,581         | 10,163              | 2,541         |
|                               | 48 jam (w <sub>2</sub> ) | 2,513         | 2,508         | 2,524         | 2,552         | 10,097              | 2,524         |
|                               | 72 jam (w <sub>3</sub> ) | 2,502         | 2,491         | 2,516         | 2,538         | 10,047              | 2,512         |
| <b>Sub total</b>              |                          | <b>7,541</b>  | <b>7,518</b>  | <b>7,577</b>  | <b>7,671</b>  | <b>30,307</b>       | <b>7,577</b>  |
| <b>Rata-rata</b>              |                          | <b>2,514</b>  | <b>2,506</b>  | <b>2,526</b>  | <b>2,557</b>  | <b>10,102</b>       | <b>2,526</b>  |
| <b>Total ulangan</b>          |                          | <b>13,840</b> | <b>13,766</b> | <b>14,079</b> | <b>14,239</b> | <b>55,924</b>       | <b>13,981</b> |
| <b>Rata-rata</b>              |                          | <b>2,307</b>  | <b>2,294</b>  | <b>2,347</b>  | <b>2,373</b>  | <b>9,321</b>        | <b>2,330</b>  |

Perhitungan analisis intensitas warna minyak jelantah hasil pemurnian :

$$\text{Faktor Koreksi} = \frac{\text{Total}^2}{r \times j \times w}$$

$$= \frac{55,924^2}{4 \times 2 \times 3} = 130,312$$

$$\text{JK Total} = [(data\ ke-1)^2 + (data\ ke-2)^2 + \dots + (data\ ke-n)^2] - \text{FK}$$

$$= [(2,241)^2 + (2,180)^2 + \dots + (2,538)^2] - 130,312$$

$$= 1,038$$

$$\text{JK Perlakuan} = \frac{(\sum p_1)^2 + (\sum p_2)^2 + \dots + (\sum p_n)^2}{r} - \text{FK}$$

$$= \frac{(9,021)^2 + (8,361)^2 + \dots + (10,047)^2}{4} - 130,312$$

$$\begin{aligned}
 &= 1,007 \\
 \text{JK Kelompok} &= \frac{(\sum k_1)^2 + (\sum k_2)^2 + \dots + (\sum k_n)^2}{j \times w} - \text{FK} \\
 &= \frac{(13,840)^2 + (13,766)^2 + (14,079)^2 + (14,239)^2}{2 \times 3} - 130,312 \\
 &= 0,024 \\
 \text{JK (j)} &= \frac{(\sum j_1)^2 + (\sum j_2)^2 + \dots + (\sum j_n)^2}{w \times r} - \text{FK} \\
 &= \frac{(25,617)^2 + (30,307)^2}{3 \times 4} - 130,312 \\
 &= 0,917 \\
 \text{JK (w)} &= \frac{(\sum w_1)^2 + (\sum w_2)^2 + \dots + (\sum w_n)^2}{j \times r} - \text{FK} \\
 &= \frac{(9,021 + 10,163)^2 + (8,361 + 10,097)^2 + (8,235 + 10,047)^2}{2 \times 4} - 130,312 \\
 &= 0,034 \\
 \text{JK (jw)} &= \left[ \frac{(\sum j_1 w_1)^2 + (\sum j_2 w_2)^2 + \dots + (\sum j_n w_n)^2}{r} \right] - \text{FK} - \text{JKj} - \text{JKw} \\
 &= \left[ \frac{(9,021)^2 + (8,361)^2 + \dots + (10,047)^2}{4} \right] - 130,312 - 0,917 - 0,034 \\
 &= 0,034 \\
 \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKK} - \text{JKj} - \text{JKw} - \text{JKjw} \\
 &= 1,038 - 0,024 - 0,917 - 0,057 - 0,034 \\
 &= 0,007
 \end{aligned}$$

Tabel 41. Analisis Variansi (ANAVA) Intensitas Warna Penelitian Utama

| Sumber Variansi | Derajat Bebas (db) | Jumlah Kuadrat (JK) | Kuadrat Tengah (KT) | F Hitung |   | F Tabel 5% |
|-----------------|--------------------|---------------------|---------------------|----------|---|------------|
|                 |                    |                     |                     |          |   |            |
| Kelompok        | 3                  | 0,024               | 0,008               | -        |   | -          |
| Perlakuan       | 5                  | 1,007               | 0,201               | -        |   | -          |
| Faktor J        | 1                  | 0,917               | 0,917               | 1991,775 | * | 4,54       |
| Faktor W        | 2                  | 0,057               | 0,029               | 62,103   | * | 3,68       |
| Interaksi JW    | 2                  | 0,034               | 0,017               | 36,561   | * | 3,68       |
| Galat           | 15                 | 0,007               | 0,0005              |          |   |            |
| Total           | 23                 | 1,038               | 0,045               |          |   |            |

Keterangan : (tn) = Tidak Berbeda Nyata (tidak berpengaruh)

(\*) = Berbeda Nyata (berpengaruh)

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA, diketahui bahwa nilai F hitung > F tabel 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan berpengaruh dalam hal analisis intensitas warna pada faktor J (jenis adsorben) dan Faktor W (waktu adsorpsi), dan interaksi JW (jenis adsorben dan waktu adsorpsi), maka harus dilakukan uji lanjut duncan.

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| $SY = \sqrt{\frac{KTG}{r \times w}}$ | $\sqrt{\frac{0,0005}{4 \times 3}} = 0,006$ |
|--------------------------------------|--|

Tabel 42. Uji Lanjut Duncan Analisis Intensitas Warna Faktor J

| SSR 5% | LSR 5% | Rata-rata | Kode perlakuan | Perlakuan |   |   |  | Taraf nyata 5% |
|--------|--------|-----------|----------------|-----------|---|---|--|----------------|
|        |        |           |                | 1         |   | 2 |  |                |
|        |        | 6,404     | j1             | -         |   |   |  | a              |
| 3,01   | 0,019  | 7,577     | j2             | 1,173     | * | - |  | b              |

Kesimpulan :

Berdasarkan uji lanjut duncan pada taraf 5% dapat disimpulkan bahwa perlakuan j1 berbeda nyata dengan perlakuan j2. Perlakuan j2 berbeda nyata dengan perlakuan j1.

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| $SY = \sqrt{\frac{KTG}{r \times j}}$ | $\sqrt{\frac{0,0005}{4 \times 2}} = 0,008$ |
|--------------------------------------|--|

Tabel 43. Uji Lanjut Duncan Analisis Intensitas Warna Faktor W

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Rata-<br>rata | Kode<br>perlakuan | Perlakuan |         |   |  | Taraf<br>nyata 5% |
|-----------|-----------|---------------|-------------------|-----------|---------|---|--|-------------------|
|           |           |               |                   | 1         | 2       | 3 |  |                   |
|           |           | 4,571         | w3                | -         |         |   |  | a                 |
| 3,01      | 0,023     | 4,615         | w2                | 0,044 *   | -       |   |  | b                 |
| 3,16      | 0,024     | 4,796         | w1                | 0,225 *   | 0,182 * | - |  | c                 |

Kesimpulan :

Berdasarkan uji lanjut duncan pada taraf 5% dapat disimpulkan bahwa perlakuan w1 berbeda nyata dengan perlakuan w2 dan w3. Perlakuan w2 berbeda nyata dengan perlakuan w1 dan w3. Perlakuan w3 berbeda nyata dengan perlakuan w1 dan w2.

|                             |                                   |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| $SY = \sqrt{\frac{KTG}{r}}$ | $\sqrt{\frac{0,0005}{4}} = 0,011$ |
|-----------------------------|-----------------------------------|

Tabel 44. Uji Lanjut Duncan Interaksi Faktor J dan W terhadap Analisis Intensitas Warna

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Rata-<br>rata | Kode<br>perlakuan | Perlakuan |    |       |   |       |   |       |    |       |    | Tarf nyata<br>5% |   |   |
|-----------|-----------|---------------|-------------------|-----------|----|-------|---|-------|---|-------|----|-------|----|------------------|---|---|
|           |           |               |                   | 1         |    | 2     |   | 3     |   | 4     |    | 5     |    |                  | 6 |   |
|           |           | 2,059         | j1w3              | -         |    |       |   |       |   |       |    |       |    |                  |   | a |
| 3,01      | 0,032     | 2,090         | j1w2              | 0,031     | tn | -     |   |       |   |       |    |       |    |                  |   | a |
| 3,16      | 0,034     | 2,255         | j1w1              | 0,197     | *  | 0,165 | * | -     |   |       |    |       |    |                  |   | b |
| 3,25      | 0,035     | 2,512         | j2w3              | 0,453     | *  | 0,422 | * | 0,257 | * | -     |    |       |    |                  |   | c |
| 3,31      | 0,036     | 2,524         | j2w2              | 0,466     | *  | 0,434 | * | 0,269 | * | 0,012 | tn | -     |    |                  |   | c |
| 3,36      | 0,036     | 2,541         | j2w1              | 0,482     | *  | 0,451 | * | 0,286 | * | 0,029 | tn | 0,017 | tn | -                |   | c |

**Kesimpulan :**

Berdasarkan uji lanjut duncan pada taraf 5% dapat disimpulkan bahwa perlakuan j1w1 berbeda nyata dengan perlakuan j1w2, j1w3, j2w1, j2w2 dan j2w3. Perlakuan j1w2 berbeda nyata dengan perlakuan j1w1, j2w1, j2w2 dan j2w3, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan j1w3. Perlakuan j1w3 berbeda nyata dengan perlakuan j1w1, j2w1, j2w2 dan j2w3, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan j1w2. Perlakuan j2w1 berbeda nyata dengan perlakuan j1w1, j1w2, j1w3 tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan j2w2 dan j2w3. Perlakuan j2w2 berbeda nyata dengan perlakuan j1w1, j1w2, j1w3, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan j2w1 dan j2w3. Perlakuan j2w3 berbeda nyata dengan perlakuan j1w1, j1w2, j1w3, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan j2w1 dan j2w2.

|                             |                                   |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| $SY = \sqrt{\frac{KTG}{r}}$ | $\sqrt{\frac{0,0005}{4}} = 0,011$ |
|-----------------------------|-----------------------------------|

Tabel 45. Uji Lanjut Dwi Arah Analisis Intensitas Warna Faktor J terhadap W

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Nilai rata-rata |       | Perlakuan |    |       |   |   | Taraf nyata 5% |
|-----------|-----------|-----------------|-------|-----------|----|-------|---|---|----------------|
|           |           | Kode            | Nilai | 1         |    | 2     |   | 3 |                |
|           |           | j1w3            | 2,059 | -         |    |       |   |   | a              |
| 3,01      | 0,032     | j1w2            | 2,090 | 0,031     | tn | -     |   |   | a              |
| 3,16      | 0,034     | j1w1            | 2,255 | 0,197     | *  | 0,165 | * | - | b              |

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Nilai rata-rata |       | Perlakuan |    |       |    |   | Taraf nyata 5% |
|-----------|-----------|-----------------|-------|-----------|----|-------|----|---|----------------|
|           |           | Kode            | Nilai | 1         |    | 2     |    | 3 |                |
|           |           | j2w3            | 2,512 | -         |    |       |    |   | a              |
| 3,01      | 0,032     | j2w2            | 2,524 | 0,012     | tn | -     |    |   | a              |
| 3,16      | 0,034     | j2w1            | 2,541 | 0,029     | tn | 0,017 | tn | - | a              |

Tabel 46. Uji Lanjut Dwi Arah Analisis Intensitas Warna Faktor W terhadap J

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Nilai rata-rata |       | Perlakuan |   |   |  |  | Taraf nyata 5% |
|-----------|-----------|-----------------|-------|-----------|---|---|--|--|----------------|
|           |           | Kode            | Nilai | 1         |   | 2 |  |  |                |
|           |           | j1w1            | 2,255 | -         |   |   |  |  | A              |
| 3,01      | 0,032     | j2w1            | 2,541 | 0,286     | * | - |  |  | B              |

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Nilai rata-rata |       | Perlakuan |   |   |  |  | Taraf nyata 5% |
|-----------|-----------|-----------------|-------|-----------|---|---|--|--|----------------|
|           |           | Kode            | Nilai | 1         |   | 2 |  |  |                |
|           |           | j1w2            | 2,090 | -         |   |   |  |  | A              |
| 3,01      | 0,032     | j2w2            | 2,524 | 0,434     | * | - |  |  | B              |

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Nilai rata-rata |       | Perlakuan |   |   |  | Taraf nyata<br>5% |
|-----------|-----------|-----------------|-------|-----------|---|---|--|-------------------|
|           |           | Kode            | Nilai | 1         |   | 2 |  |                   |
|           |           | j1w3            | 2,059 | -         |   |   |  | A                 |
| 3,01      | 0,032     | j2w3            | 2,512 | 0,453     | * | - |  | B                 |

Tabel 47. Hasil Uji Lanjut Dwi Arah Analisis Intensitas Warna

| Jenis adsorben<br>(J)   | Waktu adsorpsi (W) |                |                |
|-------------------------|--------------------|----------------|----------------|
|                         | w1<br>(24 jam)     | w2<br>(48 jam) | w3<br>(72 jam) |
| <b>j1</b><br>(bentonit) | 2,255<br>b         | 2,090<br>a     | 2,059<br>a     |
| <b>j2</b><br>(zeolit)   | 2,541<br>a         | 2,524<br>a     | 2,512<br>a     |

Keterangan :

- Setiap huruf yang berbeda menyatakan perbedaan yang nyata menurut uji duncan pada taraf 5%.
- Huruf kecil dibaca secara horizontal dan huruf kapital dibaca secara vertikal.

Kesimpulan :

Perbedaan jenis adsorben pada waktu adsorpsi yang tetap, terjadi perbedaan yang nyata pada w1 w2 dan w3 terhadap angka peroksida minyak jelantah. Semakin meningkatnya waktu adsorpsi pada perbedaan jenis adsorben, terjadi perbedaan yang nyata pada j1 kecuali pada j1w2 dan j1w3, sedangkan pada j2 tidak terjadi perbedaan yang nyata terhadap angka peroksida minyak jelantah.

### Lampiran 12. Data Hasil Analisis Kimia Penelitian Utama

Tabel 48. Hasil Perhitungan Analisis Kadar Asam Lemak Bebas Penelitian Utama

| Faktor<br>J                   | Faktor<br>W              | Ulangan      |              |              |              | Jumlah<br>perlakuan | Rata-<br>rata |
|-------------------------------|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------------|---------------|
|                               |                          | 1            | 2            | 3            | 4            |                     |               |
| Bentonit<br>(j <sub>1</sub> ) | 24 jam (w <sub>1</sub> ) | 1,195        | 1,234        | 1,276        | 1,291        | 4,996               | 1,249         |
|                               | 48 jam (w <sub>2</sub> ) | 1,091        | 1,11         | 1,13         | 1,158        | 4,489               | 1,122         |
|                               | 72 jam (w <sub>3</sub> ) | 1            | 1,028        | 1,045        | 1,083        | 4,156               | 1,039         |
| <b>Sub total</b>              |                          | <b>3,286</b> | <b>3,372</b> | <b>3,451</b> | <b>3,532</b> | <b>13,641</b>       | <b>3,410</b>  |
| <b>Rata-rata</b>              |                          | <b>1,095</b> | <b>1,124</b> | <b>1,150</b> | <b>1,177</b> | <b>4,547</b>        | <b>1,137</b>  |
| Zeolit<br>(J <sub>2</sub> )   | 24 jam (w <sub>1</sub> ) | 1,514        | 1,568        | 1,582        | 1,619        | 6,283               | 1,571         |
|                               | 48 jam (w <sub>2</sub> ) | 1,527        | 1,556        | 1,54         | 1,611        | 6,234               | 1,559         |
|                               | 72 jam (w <sub>3</sub> ) | 1,52         | 1,54         | 1,556        | 1,597        | 6,213               | 1,553         |
| <b>Sub total</b>              |                          | <b>4,561</b> | <b>4,664</b> | <b>4,678</b> | <b>4,827</b> | <b>18,730</b>       | <b>4,683</b>  |
| <b>Rata-rata</b>              |                          | <b>1,520</b> | <b>1,555</b> | <b>1,559</b> | <b>1,609</b> | <b>6,243</b>        | <b>1,561</b>  |
| <b>Total ulangan</b>          |                          | <b>7,847</b> | <b>8,036</b> | <b>8,129</b> | <b>8,359</b> | <b>32,371</b>       | <b>8,093</b>  |
| <b>Rata-rata</b>              |                          | <b>1,308</b> | <b>1,339</b> | <b>1,355</b> | <b>1,393</b> | <b>5,395</b>        | <b>1,349</b>  |

Perhitungan analisis kadar asam lemak bebas minyak jelantah hasil pemurnian :

$$\begin{aligned} \text{Faktor Koreksi} &= \frac{\text{Total}^2}{r \times j \times w} \\ &= \frac{32,371^2}{4 \times 2 \times 3} = 43,662 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= [(data\ ke-1)^2 + (data\ ke-2)^2 + \dots + (data\ ke-n)^2] - \text{FK} \\ &= [(1,195)^2 + (1,234)^2 + \dots + (1,597)^2] - 43,662 \\ &= 1,194 \end{aligned}$$

$$\text{JK Perlakuan} = \frac{(\sum p_1)^2 + (\sum p_2)^2 + \dots + (\sum p_n)^2}{r} - \text{FK}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{(4,996)^2 + (4,489)^2 + \dots + (6,213)^2}{4} - 43,662 \\
&= 1,169 \\
\text{JK Kelompok} &= \frac{(\sum k_1)^2 + (\sum k_2)^2 + \dots + (\sum k_n)^2}{j \times w} - \text{FK} \\
&= \frac{(7,847)^2 + (8,036)^2 + (8,129)^2 + (8,359)^2}{2 \times 3} - 43,662 \\
&= 0,023 \\
\text{JK (j)} &= \frac{(\sum j_1)^2 + (\sum j_2)^2 + \dots + (\sum j_n)^2}{w \times r} - \text{FK} \\
&= \frac{(13,641)^2 + (18,730)^2}{3 \times 4} - 43,662 \\
&= 1,079 \\
\text{JK (w)} &= \frac{(\sum w_1)^2 + (\sum w_2)^2 + \dots + (\sum w_n)^2}{j \times r} - \text{FK} \\
&= \frac{(4,996 + 6,283)^2 + (4,489 + 6,234)^2 + (4,156 + 6,213)^2}{2 \times 4} - 43,662 \\
&= 0,053 \\
\text{JK (jw)} &= \left[ \frac{(\sum j_1 w_1)^2 + (\sum j_2 w_2)^2 + \dots + (\sum j_n w_n)^2}{r} \right] - \text{FK} - \text{JKj} - \text{JKw} \\
&= \left[ \frac{(4,996)^2 + (4,489)^2 + \dots + (6,213)^2}{4} \right] - 43,662 - 1,079 - 0,053 \\
&= 0,038 \\
\text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKK} - \text{JKj} - \text{JKw} - \text{JKjw} \\
&= 1,194 - 0,023 - 1,079 - 0,053 - 0,038 \\
&= 0,002
\end{aligned}$$

Tabel 49. Analisis Variansi (ANAVA) Kadar Asam Lemak Bebas Penelitian  
Utama

| Sumber Variansi | Derajat Bebas (db) | Jumlah Kuadrat (JK) | Kuadrat Tengah (KT) | F Hitung |   | F Tabel 5% |
|-----------------|--------------------|---------------------|---------------------|----------|---|------------|
|                 |                    |                     |                     |          |   |            |
| Kelompok        | 3                  | 0,023               | 0,008               | -        |   | -          |
| Perlakuan       | 5                  | 1,169               | 0,234               | -        |   | -          |
| Faktor J        | 1                  | 1,079               | 1,079               | 7860,718 | * | 4,54       |
| Faktor W        | 2                  | 0,053               | 0,026               | 191,609  | * | 3,68       |
| Interaksi JW    | 2                  | 0,038               | 0,019               | 136,588  | * | 3,68       |
| Galat           | 15                 | 0,002               | 0,0001              |          |   |            |
| Total           | 23                 | 1,194               | 0,052               |          |   |            |

Keterangan : (tn) = Tidak Berbeda Nyata (tidak berpengaruh)

(\*) = Berbeda Nyata (berpengaruh)

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA, diketahui bahwa nilai F hitung > F tabel 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan berpengaruh dalam hal analisis kadar asam lemak bebas pada faktor J (jenis adsorben), Faktor W (waktu adsorpsi), dan interaksi JW (jenis adsorben dan waktu adsorpsi), maka harus dilakukan uji lanjut duncan.

$$SY = \sqrt{\frac{KTG}{r \times w}} \quad \sqrt{\frac{0,0001}{4 \times 3}} = 0,003$$

Tabel 50. Uji Lanjut Duncan Analisis Kadar Asam Lemak Bebas Faktor J

| SSR 5% | LSR 5% | Rata-rata | Kode perlakuan | Perlakuan |   |   |  | Tarf nyata 5% |
|--------|--------|-----------|----------------|-----------|---|---|--|---------------|
|        |        |           |                | 1         |   | 2 |  |               |
|        |        | 3,410     | j1             | -         |   |   |  | a             |
| 3,01   | 0,010  | 4,683     | j2             | 1,272     | * | - |  | b             |

Kesimpulan :

Berdasarkan uji lanjut duncan pada taraf 5% dapat disimpulkan bahwa perlakuan j1 berbeda nyata dengan perlakuan j2. Perlakuan j2 berbeda nyata dengan perlakuan j1.

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| $SY = \sqrt{\frac{KTG}{r \times j}}$ | $\sqrt{\frac{0,0001}{4 \times 2}} = 0,004$ |
|--------------------------------------|--|

Tabel 51. Uji Lanjut Duncan Analisis Kadar Asam Lemak Bebas Faktor W

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Rata<br>-rata | Kode<br>perlakuan | Perlakuan |   |       |   |   | Taraf<br>nyata 5% |
|-----------|-----------|---------------|-------------------|-----------|---|-------|---|---|-------------------|
|           |           |               |                   | 1         | 2 | 3     |   |   |                   |
|           |           | 2,592         | w3                | -         |   |       |   |   | a                 |
| 3,01      | 0,012     | 2,681         | w2                | 0,088     | * | -     |   |   | b                 |
| 3,16      | 0,013     | 2,820         | w1                | 0,228     | * | 0,139 | * | - | c                 |

Kesimpulan :

Berdasarkan uji lanjut duncan pada taraf 5% dapat disimpulkan bahwa perlakuan w1 berbeda nyata dengan perlakuan w2 dan w3. Perlakuan w2 berbeda nyata dengan perlakuan w1 dan w3. Perlakuan w3 berbeda nyata dengan perlakuan w1 dan w2.

|                             |                                   |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| $SY = \sqrt{\frac{KTG}{r}}$ | $\sqrt{\frac{0,0001}{4}} = 0,006$ |
|-----------------------------|-----------------------------------|

Tabel 52. Uji Lanjut Duncan Interaksi Faktor J dan W terhadap Analisis Kadar Asam Lemak Bebas

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Rata-rata | Kode<br>perlakuan | Perlakuan |   |       |   |       |   |       |    |       |    |   |  | Taraf<br>nyata 5% |
|-----------|-----------|-----------|-------------------|-----------|---|-------|---|-------|---|-------|----|-------|----|---|--|-------------------|
|           |           |           |                   | 1         | 2 | 3     | 4 | 5     | 6 |       |    |       |    |   |  |                   |
|           |           | 1,039     | j1w3              | -         |   |       |   |       |   |       |    |       |    |   |  | a                 |
| 3,01      | 0,018     | 1,122     | j1w2              | 0,083     | * | -     |   |       |   |       |    |       |    |   |  | b                 |
| 3,16      | 0,019     | 1,249     | j1w1              | 0,210     | * | 0,127 | * | -     |   |       |    |       |    |   |  | c                 |
| 3,25      | 0,019     | 1,553     | j2w3              | 0,514     | * | 0,431 | * | 0,304 | * | -     |    |       |    |   |  | d                 |
| 3,31      | 0,019     | 1,559     | j2w2              | 0,520     | * | 0,436 | * | 0,310 | * | 0,005 | tn | -     |    |   |  | d                 |
| 3,36      | 0,020     | 1,571     | j2w1              | 0,532     | * | 0,449 | * | 0,322 | * | 0,018 | tn | 0,012 | tn | - |  | d                 |

**Kesimpulan :**

Berdasarkan uji lanjut duncan pada taraf 5% dapat disimpulkan bahwa perlakuan j1w1 berbeda nyata dengan perlakuan j1w2, j1w3, j2w1, j2w2 dan j2w3. Perlakuan j1w2 berbeda nyata dengan perlakuan j1w1, j1w3, j2w1, j2w2 dan j2w3. Perlakuan j1w3 berbeda nyata dengan perlakuan j1w1, j1w2, j2w1, j2w2 dan j2w3. Perlakuan j2w1 berbeda nyata dengan perlakuan j1w1, j1w2, j1w3, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan j2w2 dan j2w3. Perlakuan j2w2 berbeda nyata dengan perlakuan j1w1, j1w2, j1w3, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan j2w1 dan j2w3. Perlakuan j2w3 berbeda nyata dengan perlakuan j1w1, j1w2, j1w3, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan j2w1 dan j2w2.

|                             |                                   |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| $SY = \sqrt{\frac{KTG}{r}}$ | $\sqrt{\frac{0,0001}{4}} = 0,006$ |
|-----------------------------|-----------------------------------|

Tabel 53. Uji Lanjut Dwi Arah Analisis Kadar Asam Lemak Bebas Faktor J terhadap W

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Nilai rata-rata |       | Perlakuan |   |       |   | Taraf nyata 5% |   |
|-----------|-----------|-----------------|-------|-----------|---|-------|---|----------------|---|
|           |           | Kode            | Nilai | 1         | 2 | 3     |   |                |   |
|           |           | j1w3            | 1,039 | -         |   |       |   | a              |   |
| 3,01      | 0,018     | j1w2            | 1,122 | 0,083     | * | -     |   | b              |   |
| 3,16      | 0,019     | j1w1            | 1,249 | 0,210     | * | 0,127 | * | -              | c |

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Nilai rata-rata |       | Perlakuan |    |       |    | Taraf nyata 5% |   |
|-----------|-----------|-----------------|-------|-----------|----|-------|----|----------------|---|
|           |           | Kode            | Nilai | 1         | 2  | 3     |    |                |   |
|           |           | j2w3            | 1,553 | -         |    |       |    | a              |   |
| 3,01      | 0,018     | j2w2            | 1,559 | 0,005     | tn | -     |    | a              |   |
| 3,16      | 0,019     | j2w1            | 1,571 | 0,018     | tn | 0,012 | tn | -              | a |

Tabel 54. Uji Lanjut Dwi Arah Analisis Kadar Asam Lemak Bebas Faktor W terhadap J

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Nilai rata-rata |       | Perlakuan |   |   | Taraf nyata 5% |
|-----------|-----------|-----------------|-------|-----------|---|---|----------------|
|           |           | Kode            | Nilai | 1         | 2 |   |                |
|           |           | j1w1            | 1,249 | -         |   |   | A              |
| 3,01      | 0,018     | j2w1            | 1,571 | 0,322     | * | - | B              |

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Nilai rata-rata |       | Perlakuan |   |   | Taraf nyata 5% |
|-----------|-----------|-----------------|-------|-----------|---|---|----------------|
|           |           | Kode            | Nilai | 1         | 2 |   |                |
|           |           | j1w2            | 1,122 | -         |   |   | A              |
| 3,01      | 0,018     | j2w2            | 1,559 | 0,436     | * | - | B              |

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Nilai rata-rata |       | Perlakuan |   |   |  | Taraf nyata<br>5% |
|-----------|-----------|-----------------|-------|-----------|---|---|--|-------------------|
|           |           | Kode            | Nilai | 1         |   | 2 |  |                   |
|           |           | j1w3            | 1,039 | -         |   |   |  | A                 |
| 3,01      | 0,018     | j2w3            | 1,553 | 0,514     | * | - |  | B                 |

Tabel 55. Hasil Uji Lanjut Dwi Arah Analisis Kadar Asam Lemak Bebas

| Jenis adsorben<br>(J)   | Waktu adsorpsi (W) |                |                |
|-------------------------|--------------------|----------------|----------------|
|                         | w1<br>(24 jam)     | w2<br>(48 jam) | w3<br>(72 jam) |
| <b>j1</b><br>(bentonit) | 1,249<br>c         | 1,122<br>b     | 1,039<br>a     |
| <b>j2</b><br>(zeolit)   | 1,571<br>a         | 1,559<br>a     | 1,553<br>a     |

Keterangan :

- Setiap huruf yang berbeda menyatakan perbedaan yang nyata menurut uji duncan pada taraf 5%.
- Huruf kecil dibaca secara horizontal dan huruf kapital dibaca secara vertikal.

Kesimpulan :

Perbedaan jenis adsorben pada waktu adsorpsi yang tetap, terjadi perbedaan yang nyata pada w1 w2 dan w3 terhadap kadar asam lemak bebas minyak jelantah. Semakin meningkatnya waktu adsorpsi pada perbedaan jenis adsorben, terjadi perbedaan yang nyata pada j1 sedangkan pada j2 tidak terjadi perbedaan yang nyata terhadap kadar asam lemak bebas minyak jelantah.

Tabel 56. Hasil Perhitungan Analisis Angka Peroksida Penelitian Utama

| Faktor<br>J                   | Faktor<br>W              | Ulangan       |               |               |               | Jumlah<br>perlakuan | Rata-<br>rata |
|-------------------------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|---------------|
|                               |                          | 1             | 2             | 3             | 4             |                     |               |
| Bentonit<br>(j <sub>1</sub> ) | 24 jam (w <sub>1</sub> ) | 20,224        | 19,541        | 20,806        | 21,265        | 81,836              | 20,459        |
|                               | 48 jam (w <sub>2</sub> ) | 19,280        | 18,718        | 19,808        | 20,366        | 78,172              | 19,543        |
|                               | 72 jam (w <sub>3</sub> ) | 18,779        | 17,852        | 19,280        | 19,541        | 75,452              | 18,863        |
| <b>Sub total</b>              |                          | <b>58,283</b> | <b>56,111</b> | <b>59,894</b> | <b>61,172</b> | <b>235,460</b>      | <b>58,865</b> |
| <b>rata-rata</b>              |                          | <b>19,428</b> | <b>18,704</b> | <b>19,965</b> | <b>20,391</b> | <b>78,487</b>       | <b>19,622</b> |
| Bentonit<br>(j <sub>2</sub> ) | 24 jam (w <sub>1</sub> ) | 21,220        | 21,744        | 21,265        | 22,197        | 86,426              | 21,607        |
|                               | 48 jam (w <sub>2</sub> ) | 21,109        | 21,628        | 21,088        | 21,909        | 85,734              | 21,434        |
|                               | 72 jam (w <sub>3</sub> ) | 20,806        | 21,354        | 21,109        | 21,744        | 85,013              | 21,253        |
| <b>Sub total</b>              |                          | <b>63,135</b> | <b>64,726</b> | <b>63,462</b> | <b>65,850</b> | <b>257,173</b>      | <b>64,293</b> |
| <b>Rata-rata</b>              |                          | <b>21,045</b> | <b>21,575</b> | <b>21,154</b> | <b>21,950</b> | <b>85,724</b>       | <b>21,431</b> |
| <b>Total ulangan</b>          |                          | 121,418       | 120,837       | 123,356       | 127,022       | 492,633             | 123,158       |
| <b>Rata-rata</b>              |                          | 20,236        | 20,140        | 20,559        | 21,170        | 82,106              | 20,526        |

Perhitungan analisis angka peroksida minyak jelantah hasil pemurnian :

$$\begin{aligned} \text{Faktor Koreksi} &= \frac{\text{Total}^2}{r \times j \times w} \\ &= \frac{492,633^2}{4 \times 2 \times 3} = 10111,970 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= [(data\ ke-1)^2 + (data\ ke-2)^2 + \dots + (data\ ke-n)^2] - \text{FK} \\ &= [(20,224)^2 + (19,541)^2 + \dots + (21,744)^2] - 10111,970 \\ &= 31,447 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{(\sum p_1)^2 + (\sum p_2)^2 + \dots + (\sum p_n)^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{(81,836)^2 + (78,172)^2 + \dots + (85,013)^2}{4} - 10111,970 \\ &= 25,025 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Kelompok} &= \frac{(\sum k_1)^2 + (\sum k_2)^2 + \dots + (\sum k_n)^2}{j \times w} - \text{FK} \\
 &= \frac{(121,418)^2 + (120,837)^2 + (123,356)^2 + (127,022)^2}{2 \times 3} - 10111,970 \\
 &= 3,897
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK (j)} &= \frac{(\sum j_1)^2 + (\sum j_2)^2 + \dots + (\sum j_n)^2}{w \times r} - \text{FK} \\
 &= \frac{(235,460)^2 + (257,173)^2}{3 \times 4} - 10111,970 \\
 &= 19,644
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK (w)} &= \frac{(\sum w_1)^2 + (\sum w_2)^2 + \dots + (\sum w_n)^2}{j \times r} - \text{FK} \\
 &= \frac{(81,836 + 86,426)^2 + (78,172 + 85,734)^2 + (75,452 + 85,013)^2}{2 \times 4} - 10111,970 \\
 &= 3,817
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK (jw)} &= \left[ \frac{(\sum j_1 w_1)^2 + (\sum j_2 w_2)^2 + \dots + (\sum j_n w_n)^2}{r} \right] - \text{FK} - \text{JKj} - \text{JKw} \\
 &= \left[ \frac{(81,836)^2 + (78,172)^2 + \dots + (85,013)^2}{4} \right] - 10111,970 - 19,664 - 3,817 \\
 &= 1,564
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKK} - \text{JKj} - \text{JKw} - \text{JKjw} \\
 &= 31,447 - 3,897 - 19,664 - 3,817 - 1,564 \\
 &= 2,525
 \end{aligned}$$

Tabel 57. Analisis Variansi (ANAVA) Angka Peroksida Penelitian Utama

| Sumber Variansi | Derajat Bebas (db) | Jumlah Kuadrat (JK) | Kuadrat Tengah (KT) | F Hitung |   | F Tabel 5% |
|-----------------|--------------------|---------------------|---------------------|----------|---|------------|
|                 |                    |                     |                     |          |   |            |
| Kelompok        | 3                  | 3,897               | 1,299               | -        |   | -          |
| Perlakuan       | 5                  | 25,025              | 5,005               | -        |   | -          |
| Faktor J        | 1                  | 19,644              | 19,644              | 116,709  | * | 4,54       |
| Faktor W        | 2                  | 3,817               | 1,909               | 11,339   | * | 3,68       |
| Interaksi JW    | 2                  | 1,564               | 0,782               | 4,646    | * | 3,68       |
| Galat           | 15                 | 2,525               | 0,168               |          |   |            |
| Total           | 23                 | 31,447              | 1,367               |          |   |            |

Keterangan : (tn) = Tidak Berbeda Nyata (tidak berpengaruh)

(\*) = Berbeda Nyata (berpengaruh)

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA, diketahui bahwa nilai F hitung > F tabel 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan berpengaruh dalam hal analisis angka peroksida pada faktor J (jenis adsorben), faktor W (waktu adsorpsi), dan interaksi JW (jenis adsorben dan waktu adsorpsi), maka harus dilakukan uji lanjut duncan.

$$SY = \sqrt{\frac{KTG}{r \times w}} = \sqrt{\frac{0,168}{4 \times 3}} = \mathbf{0,118}$$

Tabel 58. Uji Lanjut Duncan Analisis Angka Peroksida Faktor J

| SSR 5% | LSR 5% | Rata-rata | Kode perlakuan | Perlakuan |   |   |  | Tarf nyata 5% |
|--------|--------|-----------|----------------|-----------|---|---|--|---------------|
|        |        |           |                | 1         |   | 2 |  |               |
|        |        | 58,865    | j1             | -         |   |   |  | a             |
| 3,01   | 0,356  | 64,293    | j2             | 5,428     | * | - |  | b             |

Kesimpulan :

Berdasarkan uji lanjut duncan pada taraf 5% dapat disimpulkan bahwa perlakuan j1 berbeda nyata dengan perlakuan j2. Perlakuan j2 berbeda nyata dengan perlakuan j1.

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| $SY = \sqrt{\frac{KTG}{r \times j}}$ | $\sqrt{\frac{0,168}{4 \times 2}} = 0,145$ |
|--------------------------------------|---|

Tabel 59. Uji Lanjut Duncan Analisis Angka Peroksida Faktor W

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Rata-<br>rata | Kode<br>perlakuan | Perlakuan |   |       |   | Taraf<br>nyata 5% |   |
|-----------|-----------|---------------|-------------------|-----------|---|-------|---|-------------------|---|
|           |           |               |                   | 1         | 2 | 3     |   |                   |   |
|           |           | 40,116        | w3                | -         |   |       |   | a                 |   |
| 3,01      | 0,437     | 40,977        | w2                | 0,860     | * | -     |   | b                 |   |
| 3,16      | 0,458     | 42,066        | w1                | 1,949     | * | 1,089 | * | -                 | c |

Kesimpulan :

Berdasarkan uji lanjut duncan pada taraf 5% dapat disimpulkan bahwa perlakuan w1 berbeda nyata dengan perlakuan w2 dan w3. Perlakuan w2 berbeda nyata dengan perlakuan w1 dan w3. Perlakuan w3 berbeda nyata dengan perlakuan w1 dan w2.

|                             |                                  |
|-----------------------------|----------------------------------|
| $SY = \sqrt{\frac{KTG}{r}}$ | $\sqrt{\frac{0,168}{4}} = 0,205$ |
|-----------------------------|----------------------------------|

Tabel 60. Uji Lanjut Duncan Interaksi Faktor J dan W terhadap Analisis Angka Peroksida

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Rata-<br>rata | Kode<br>perlakuan | Perlakuan |   |       |   |       |   |       |    |       |    | Tarf nyata<br>5% |   |
|-----------|-----------|---------------|-------------------|-----------|---|-------|---|-------|---|-------|----|-------|----|------------------|---|
|           |           |               |                   | 1         | 2 | 3     | 4 | 5     | 6 |       |    |       |    |                  |   |
|           |           | 18,863        | j1w3              | -         |   |       |   |       |   |       |    |       |    |                  | a |
| 3,01      | 0,617     | 19,543        | j1w2              | 0,680     | * | -     |   |       |   |       |    |       |    |                  | b |
| 3,16      | 0,648     | 20,459        | j1w1              | 1,596     | * | 0,916 | * | -     |   |       |    |       |    |                  | c |
| 3,25      | 0,667     | 21,253        | j2w3              | 2,390     | * | 1,710 | * | 0,794 | * | -     |    |       |    |                  | d |
| 3,31      | 0,679     | 21,434        | j2w2              | 2,571     | * | 1,891 | * | 0,975 | * | 0,181 | tn | -     |    |                  | d |
| 3,36      | 0,689     | 21,607        | j2w1              | 2,744     | * | 2,064 | * | 1,148 | * | 0,353 | tn | 0,173 | tn | -                | d |

**Kesimpulan :**

Berdasarkan uji lanjut duncan pada taraf 5% dapat disimpulkan bahwa perlakuan j1w1 berbeda nyata dengan perlakuan j1w2, j1w3, j2w1, j2w2 dan j2w3. Perlakuan j1w2 berbeda nyata dengan perlakuan j1w1, j1w3, j2w1, j2w2 dan j2w3. Perlakuan j1w3 berbeda nyata dengan perlakuan j1w1, j1w2, j2w1, j2w2 dan j2w3. Perlakuan j2w1 berbeda nyata dengan perlakuan j1w1, j1w2, j1w3 tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan j2w2 dan j2w3. Perlakuan j2w2 berbeda nyata dengan perlakuan j1w1, j1w2, j1w3, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan j2w1 dan j2w3. Perlakuan j2w3 berbeda nyata dengan perlakuan j1w1, j1w2, j1w3, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan j2w1 dan j2w2.

|                             |                                  |
|-----------------------------|----------------------------------|
| $SY = \sqrt{\frac{KTG}{r}}$ | $\sqrt{\frac{0,168}{4}} = 0,205$ |
|-----------------------------|----------------------------------|

Tabel 61. Uji Lanjut Dwi Arah Analisis Angka Peroksida Faktor J terhadap W

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Nilai rata-rata |        | Perlakuan |   |       |   |   | Taraf nyata 5% |
|-----------|-----------|-----------------|--------|-----------|---|-------|---|---|----------------|
|           |           | Kode            | Nilai  | 1         |   | 2     |   | 3 |                |
|           |           | j1w3            | 18,863 | -         |   |       |   |   | a              |
| 3,01      | 0,617     | j1w2            | 19,543 | 0,680     | * | -     |   |   | b              |
| 3,16      | 0,648     | j1w1            | 20,459 | 1,596     | * | 0,916 | * | - | c              |

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Nilai rata-rata |        | Perlakuan |    |       |    |   | Taraf nyata 5% |
|-----------|-----------|-----------------|--------|-----------|----|-------|----|---|----------------|
|           |           | Kode            | Nilai  | 1         |    | 2     |    | 3 |                |
|           |           | j2w3            | 21,253 | -         |    |       |    |   | a              |
| 3,01      | 0,617     | j2w2            | 21,434 | 0,180     | tn | -     |    |   | a              |
| 3,16      | 0,648     | j2w1            | 21,607 | 0,353     | tn | 0,173 | tn | - | a              |

Tabel 62. Uji Lanjut Dwi Arah Analisis Angka Peroksida Faktor W terhadap J

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Nilai rata-rata |        | Perlakuan |   |   | Taraf nyata 5% |
|-----------|-----------|-----------------|--------|-----------|---|---|----------------|
|           |           | Kode            | Nilai  | 1         |   | 2 |                |
|           |           | j1w1            | 20,459 | -         |   |   | A              |
| 3,01      | 0,617     | j2w1            | 21,607 | 1,148     | * | - | B              |

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Nilai rata-rata |        | Perlakuan |   |   | Taraf nyata 5% |
|-----------|-----------|-----------------|--------|-----------|---|---|----------------|
|           |           | Kode            | Nilai  | 1         |   | 2 |                |
|           |           | j1w2            | 19,543 | -         |   |   | A              |
| 3,01      | 0,617     | j2w2            | 21,434 | 1,891     | * | - | B              |

| SSR<br>5% | LSR<br>5% | Nilai rata-rata |        | Perlakuan |   |   |  | Taraf nyata<br>5% |
|-----------|-----------|-----------------|--------|-----------|---|---|--|-------------------|
|           |           | Kode            | Nilai  | 1         |   | 2 |  |                   |
|           |           | j1w3            | 18,863 | -         |   |   |  | A                 |
| 3,01      | 0,617     | j2w3            | 21,253 | 2,390     | * | - |  | B                 |

Tabel 63. Hasil Uji Lanjut Dwi Arah Analisis Angka Peroksida

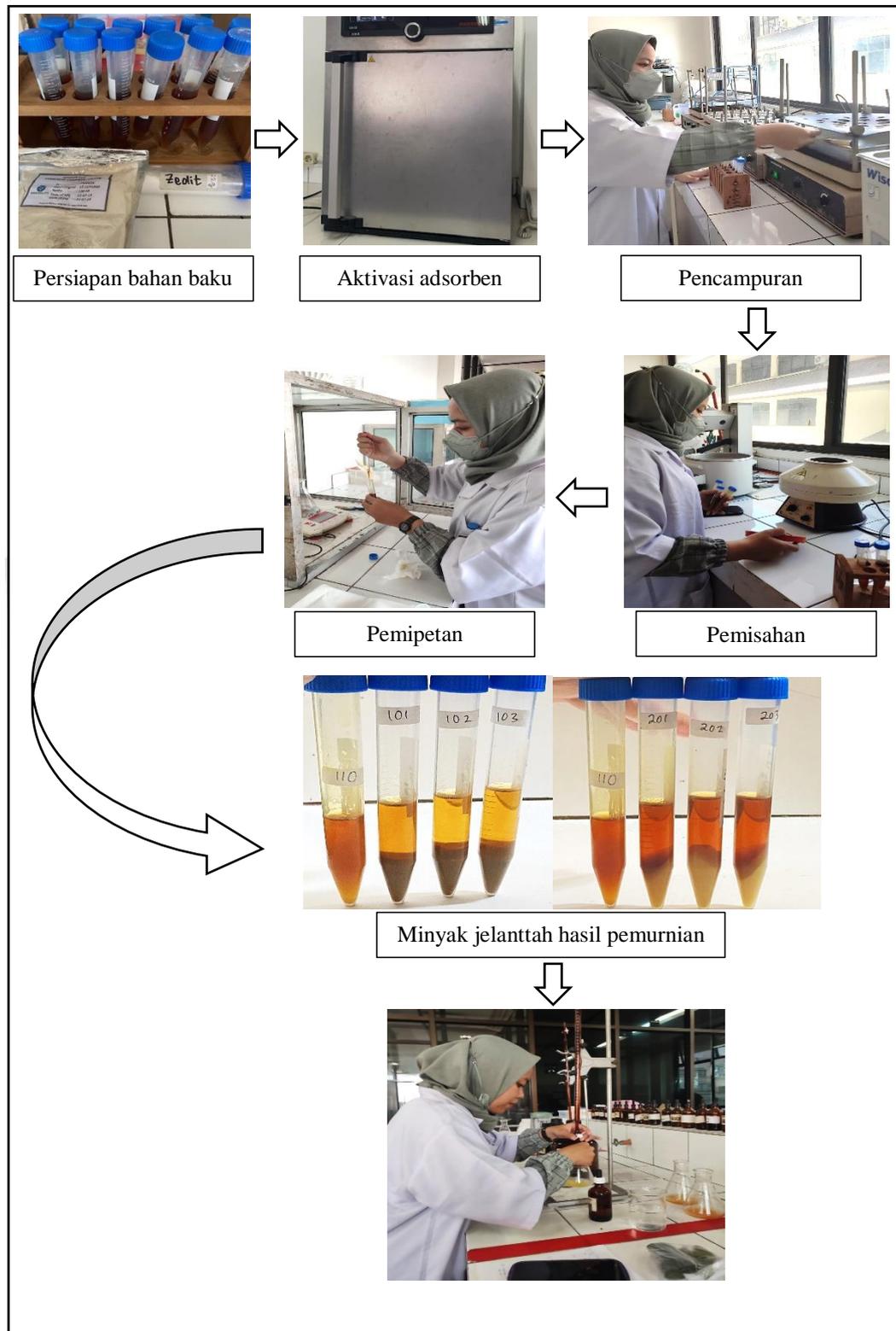
| Jenis adsorben<br>(J)   | Waktu adsorpsi (W) |                  |                  |
|-------------------------|--------------------|------------------|------------------|
|                         | w1<br>(24 jam)     | w2<br>(48 jam)   | w3<br>(72 jam)   |
| <b>j1</b><br>(bentonit) | A<br>20,459<br>c   | A<br>19,543<br>b | A<br>18,863<br>a |
| <b>j2</b><br>(zeolit)   | B<br>21,607<br>a   | B<br>21,434<br>a | B<br>21,253<br>a |

Keterangan :

- Setiap huruf yang berbeda menyatakan perbedaan yang nyata menurut uji duncan pada taraf 5%.
- Huruf kecil dibaca secara horizontal dan huruf kapital dibaca secara vertikal.

Kesimpulan :

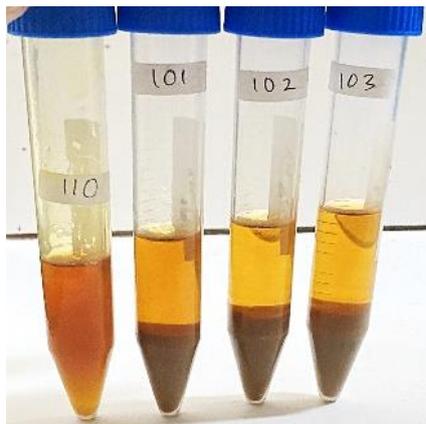
Perbedaan jenis adsorben pada waktu adsorpsi yang tetap, terjadi perbedaan yang nyata pada w1 w2 dan w3 terhadap angka peroksida minyak jelantah. Semakin meningkatnya waktu adsorpsi pada perbedaan jenis adsorben, terjadi perbedaan yang nyata pada j1 sedangkan pada j2 tidak terjadi perbedaan yang nyata terhadap angka peroksida minyak jelantah.

**Lampiran 13. Gambar Pemurnian Minyak Jelantah oleh Bentonit dan Zeolit**

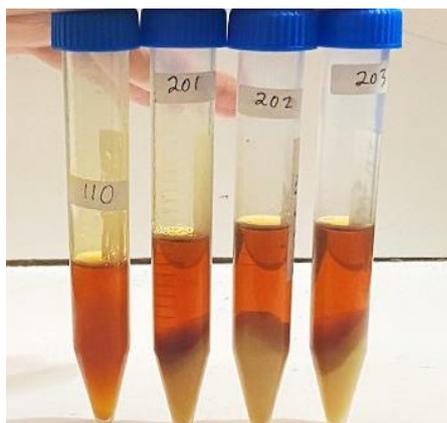
Gambar 13. Dokumentasi Proses Pemurnian Minyak Jelantah oleh Bentonit dan Zeolit

**Lampiran 14. Gambar Hasil Pemurnian Minyak Jelantah oleh Bentonit dan Zeolit**

Jenis adsorben bentonit dengan waktu 24, 48, dan 72 jam



Jenis adsorben zeolit dengan waktu 24, 48, dan 72 jam



Gambar 14. Dokumentasi Minyak Jelantah Hasil Pemurnian oleh Bentonit dan Zeolit