

**OPTIMALISASI FORMULASI BERAS ANALOG BERBASIS  
TEPUNG KENTANG (*Solanum tuberosum L.*) DENGAN  
PENAMBAHAN *GEL* PATI TAPIOKA DAN TEPUNG *MOCAF*  
MENGUNAKAN *DESIGN EXPERT* METODE *MIXTURE D-  
OPTIMAL***

---

**TUGAS AKHIR**

---

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Sidang Sarjana  
Program Studi Teknologi Pangan*

Oleh:

**Sarah Salsabila**

**20.302.0064**



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

**OPTIMALISASI FORMULASI BERAS ANALOG BERBASIS  
TEPUNG KENTANG (*Solanum tuberosum L.*) DENGAN  
PENAMBAHAN *GEL* PATI TAPIOKA DAN TEPUNG *MOCAF*  
MENGUNAKAN *DESIGN EXPERT* METODE *MIXTURE D-  
OPTIMAL***

**Lembar Pengesahan**

---

**TUGAS AKHIR**

---

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Sidang Sarjana  
Program Studi Teknologi Pangan*

Oleh:

**Sarah Salsabila**

**20.302.0064**

**Menyetujui,**

**Pembimbing I**



**(Dr. Ir. Yusman Taufik, M.P.)**

**Pembimbing II**



**(Jaka Rukmana, S.T., M.T.)**

**OPTIMALISASI FORMULASI BERAS ANALOG BERBASIS  
TEPUNG KENTANG (*Solanum tuberosum L.*) DENGAN  
PENAMBAHAN *GEL* PATI TAPIOKA DAN TEPUNG *MOCAF*  
MENGUNAKAN *DESIGN EXPERT* METODE *MIXTURE D-  
OPTIMAL***

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Sidang Sarjana  
Program Studi Teknologi Pangan*

Oleh:

**Sarah Salsabila**  
**20.302.0064**



Menyetujui:

**Koordinator Tugas Akhir  
Program Studi Teknologi Pangan  
Fakultas Teknik  
Universitas Pasundan**

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

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis diberikan kesehatan dan kemampuan serta kelancaran sehingga penulis dapat dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Optimalisasi Formulasi Beras Analog Berbasis Tepung Kentang (*Solanum tuberosum L.*) dengan Penambahan Gel Pati Tapioka dan Tepung Mocaf Menggunakan *Design Expert* Metode *Mixture D-Optimal*”**

Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan tugas akhir ini penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak, maka dalam kesempatan ini dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih atas segala bantuan, bimbingan dan dukungan yang telah diberikan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Adapun pihak-pihak tersebut antara lain yaitu :

1. Dr. Ir. Yusman Taufik, M.P., selaku pembimbing utama yang telah sabar membimbing, memberikan segala saran, arahan beserta ilmu yang bermanfaat sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
2. Jaka Rukmana, S.T., M.T., selaku pembimbing pendamping yang telah sabar membimbing, memberikan segala saran, arahan beserta ilmu yang bermanfaat sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
3. Dr. Yelliantty, S.Si., M.Si., selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknologi Pangan Universitas Pasundan.
4. Dr. Istiyati Inayah, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.

5. Kedua orangtua, Ayahanda Rahmat dan juga Ibunda Eli Khasanah serta kedua adik saya Nabila Oktavia dan Fauzi Ahmad Maulana yang selalu memberikan doa, semangat serta dukungan yang tiada henti-hentinya kepada penulis.
6. Sahabat terdekat sekaligus teman seperjuangan saya yang sudah saya anggap sebagai kakak saya sendiri, Rida Milati Sholihah, yang selalu menemani, membantu, dan mendukung dalam keberhasilan tugas akhir.
7. Sahabat seperjuangan “Kosan Bedeng” dan teman-teman saya, Reni Rahmawati, Kang Galih Dwi Saputra, Dendy Sunjana, Rizfa Nurfadilah, Feni, Bella, Della, Ilham, Niken Rahmawati, Nurdini Sukma Sejati, Lilis Krismayanti, Maryam Puspitasari, Shyifa Jaliah Fahra, Nurul Annisa Budiani, Fakhry, Adit, Leo, Iqbal, Imam yang selalu memberikan semangat kepada penulis dalam menyusun tugas akhir.

Akhir kata dan tidak lupa penulis ucapkan *Alhamdulillah*, penulis berharap semoga Karya Ilmiah ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan umumnya bagi semua pihak yang membaca. Terima kasih.

*Wassalamu 'alaikum wa rahmatullahi wa barrakatuh*

## DAFTAR ISI

|   |     |
|---|-----|
| KATA PENGANTAR .....                              | i   |
| DAFTAR ISI.....                                   | iii |
| DAFTAR TABEL.....                                 | v   |
| DAFTAR GAMBAR .....                               | vii |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                              | x   |
| ABSTRAK .....                                     | xi  |
| <i>ABSTRACT</i> .....                             | xii |
| I PENDAHULUAN .....                               | 1   |
| 1.1. Latar Belakang Masalah .....                 | 1   |
| 1.2. Identifikasi Masalah.....                    | 6   |
| 1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian .....           | 6   |
| 1.4. Manfaat Penelitian .....                     | 7   |
| 1.5. Kerangka Pemikiran .....                     | 8   |
| 1.6. Hipotesis Penelitian .....                   | 17  |
| 1.7. Tempat dan Waktu Penelitian.....             | 17  |
| II TINJAUAN PUSTAKA.....                          | 18  |
| 2.1. Beras Analog.....                            | 18  |
| 2.2. Kentang ( <i>Solanum tuberosum L.</i> )..... | 21  |
| 2.3. Tepung Kentang.....                          | 25  |
| 2.4. Pati Tapioka .....                           | 27  |
| 2.5. Tepung <i>Mocaf</i> .....                    | 28  |
| 2.6. <i>Design Expert</i> .....                   | 30  |
| III METODOLOGI PENELITIAN.....                    | 35  |
| 3.1. Bahan dan Alat Penelitian .....              | 35  |
| 3.1.1. Bahan–Bahan Penelitian .....               | 35  |
| 3.1.2. Alat-Alat Penelitian.....                  | 35  |

|                               |  |     |
|-------------------------------|--|-----|
| 3.2.                          | Metode Penelitian .....  | 36  |
| 3.2.1.                        | Rancangan Analisis .....   | 45  |
| 3.2.2.                        | Rancangan Respon .....   | 46  |
| 3.3.                          | Prosedur Penelitian .....  | 47  |
| 3.4.                          | Diagram Alir Penelitian .....  | 53  |
| 3.4.1.                        | Diagram Alir Pembuatan Tepung Kentang .....  | 53  |
| 3.4.2.                        | Diagram Alir Pembuatan Beras Analog .....  | 54  |
| 3.4.3.                        | Diagram Alir Aplikasi <i>Design Expert D-Optimal</i> .....   | 55  |
| 3.5.                          | Jadwal Penelitian .....  | 56  |
| IV HASIL DAN PEMBAHASAN ..... |  | 57  |
| 4.1.                          | Penelitian Pendahuluan .....   | 57  |
| 4.1.1.                        | Kadar Air .....  | 57  |
| 4.1.2.                        | Uji Amilograf .....  | 60  |
| 4.2.                          | Penelitian Utama .....   | 65  |
| 4.2.1.                        | Daya Rehidrasi .....   | 65  |
| 4.2.1.                        | Kadar Air .....  | 71  |
| 4.2.3.                        | Kadar Pati .....   | 76  |
| 4.2.4.                        | Kadar Serat Kasar .....  | 82  |
| 4.2.5.                        | Uji Organoleptik .....   | 88  |
| 4.2.6.                        | Penentuan Formulasi Optimal Metode Mixture D-Optimal dengan Aplikasi <i>Design Expert 13</i> ..... | 109 |
| 4.2.7.                        | Verifikasi Formula Optimal .....   | 114 |
| V KESIMPULAN DAN SARAN .....  |  | 115 |
| 5.1.                          | Kesimpulan .....   | 115 |
| 5.2.                          | Saran .....  | 116 |
| DAFTAR PUSTAKA .....          |  | 117 |
| LAMPIRAN .....                |  | 130 |

## DAFTAR TABEL

| Tabel   | Halaman |
|---|---------|
| 1. Syarat Mutu Beras.....   | 19      |
| 2. Spesifikasi Persyaratan Mutu Kentang Segar .....   | 23      |
| 3. Karakteristik Fisiko Kimia Varietas Kentang.....   | 25      |
| 4. Syarat Mutu Pati Tapioka.....  | 26      |
| 5. Variabel Tetap dalam Pembuatan Beras Analog .....  | 37      |
| 6. Variabel Bebas dalam Pembuatan Beras Analog.....   | 38      |
| 7. <i>Goals</i> dan <i>Importance</i> Pada Respon Dalam Tahapan Optimalisasi Formula ...                      | 44      |
| 8. Kriteria Skala Hedonik.....  | 47      |
| 9. Rencana Jadwal Penelitian.....   | 56      |
| 10. Hasil Analisis Kadar Air.....   | 58      |
| 11. Hasil Analisis Uji Amilograf .....  | 61      |
| 12. Hasil Analisis Daya Rehidrasi .....   | 65      |
| 13. Hasil Analisis Kadar Air .....  | 71      |
| 14. Hasil Analisis Kadar Pati .....   | 77      |
| 15. Hasil Analisis Kadar Serat Kasar .....  | 82      |
| 16. Hasil Analisis Uji Organoleptik Atribut Warna.....  | 88      |
| 17. Hasil Analisis Uji Organoleptik Atribut Aroma .....   | 94      |
| 18. Hasil Analisis Uji Organoleptik Atribut Rasa.....   | 99      |
| 19. Hasil Analisis Uji Organoleptik Atribut Tekstur .....   | 104     |
| 20. Data <i>Goals</i> , <i>Limit</i> , <i>Importance</i> Pada Tahapan Optimalisasi Formula Beras Analog ..... | 110     |
| 21. Solusi Formula Terpilih Tahap Optimasi.....   | 111     |
| 22. Hasil Verifikasi Formula Optimal pada Setiap Respon .....   | 114     |
| 23. Kebutuhan Analisis Bahan Baku (Penelitian Pendahuluan) .....  | 139     |
| 24. Kebutuhan Analisis Bahan Baku (Penelitian Utama) .....  | 139     |
| 25. Kebutuhan Bahan Baku Setiap Formulasi .....   | 140     |
| 26. Jumlah Bahan Baku Seluruh Formulasi.....  | 142     |



|  |     |
|--|-----|
| 27. Perkiraan Biaya Bahan Baku .....                                     | 143 |
| 28. Perkiraan Biaya Analisis Penelitian .....                            | 144 |
| 29. Total Biaya Keseluruhan Penelitian.....                              | 144 |
| 30. ANOVA Metode Mixture D-Optimal Daya Rehidrasi .....                  | 165 |
| 31. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Terhadap Daya Rehidrasi.....     | 165 |
| 32. ANOVA Metode Mixture D-Optimal Kadar Air.....                        | 165 |
| 33. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Terhadap Kadar Air .....         | 166 |
| 34. ANOVA Metode Mixture D-Optimal Kadar Pati.....                       | 166 |
| 35. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Terhadap Kadar Pati .....        | 166 |
| 36. ANOVA Metode Mixture D-Optimal Kadar Serat Kasar .....               | 167 |
| 37. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Terhadap Kadar Serat Kasar ..... | 167 |
| 38. ANOVA Metode Mixture D-Optimal Warna .....                           | 167 |
| 39. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Terhadap Warna.....              | 168 |
| 40. ANOVA Metode Mixture D-Optimal Aroma.....                            | 168 |
| 41. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Terhadap Aroma .....             | 168 |
| 42. ANOVA Metode Mixture D-Optimal Rasa .....                            | 169 |
| 43. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Terhadap Rasa.....               | 169 |
| 44. ANOVA Metode Mixture D-Optimal Tekstur.....                          | 169 |
| 45. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Terhadap Tekstur .....           | 170 |

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar  | Halaman |
|---|---------|
| 1. Beras Analog.....  | 19      |
| 2. Kentang .....  | 22      |
| 3. Batasan Variabel Bebas.....  | 41      |
| 4. Laporan <i>Input Data</i> (Beras Analog).....  | 41      |
| 5. Jenis Respon yang digunakan Pada Penelitian.....   | 42      |
| 6. Rancangan Formulasi dan Respon Beras Analog .....  | 42      |
| 7. Diagram Alir Pembuatan Tepung Kentang.....   | 53      |
| 8. Diagram Alir Pembuatan Pembuatan Beras Analog .....  | 54      |
| 9. Diagram Alir Aplikasi <i>Design Expert D-Optimal</i> .....   | 55      |
| 10. Grafik <i>Contour</i> Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Daya Rehidrasi Beras Analog Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan <i>Gel Pati</i> Tapioka Dan Tepung <i>Mocaf</i> .....    | 68      |
| 11. Grafik <i>3D Surface</i> Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Daya Rehidrasi Beras Analog Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan <i>Gel Pati</i> Tapioka Dan Tepung <i>Mocaf</i> ..... | 68      |
| 12. Grafik Plot Kenormalan Terhadap Respon Daya Rehidrasi pada Beras Analog Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan <i>Gel Pati</i> Tapioka Dan Tepung <i>Mocaf</i> .....                     | 71      |
| 13. Grafik <i>Contour</i> Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Kadar Air Beras Analog Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan <i>Gel Pati</i> Tapioka Dan Tepung <i>Mocaf</i> .....         | 74      |
| 14. Grafik Plot Kenormalan Terhadap respon Kadar Air pada Beras Analog Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan <i>Gel Pati</i> Tapioka Dan Tepung <i>Mocaf</i> .....                          | 76      |
| 15. Grafik <i>Contour</i> Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Kadar Pati Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan <i>Gel Pati</i> Tapioka Dan Tepung <i>Mocaf</i> .....                     | 79      |

|   |    |
|---|----|
| 16. Grafik <i>3D Surface</i> Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Kadar Pati Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan <i>Gel</i> Pati Tapioka Dan Tepung <i>Mocaf</i> .....        | 79 |
| 17. Grafik Plot Kenormalan Terhadap Respon Kadar Pati pada Beras Analog Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan <i>Gel</i> Pati Tapioka Dan Tepung <i>Mocaf</i> .....               | 82 |
| 18. Grafik <i>Contour</i> Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Kadar Serat Kasar Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan <i>Gel</i> Pati Tapioka Dan Tepung <i>Mocaf</i> .....    | 84 |
| 19. Grafik <i>3D Surface</i> Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Kadar Serat Kasar Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan <i>Gel</i> Pati Tapioka Dan Tepung <i>Mocaf</i> ..... | 85 |
| 20. Grafik Plot Kenormalan Terhadap Respon Kadar Serat Kasar pada Beras Analog Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan <i>Gel</i> Pati Tapioka Dan Tepung <i>Mocaf</i> .....        | 87 |
| 21. Grafik <i>Contour</i> Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Atribut Warna Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan <i>Gel</i> Pati Tapioka Dan Tepung <i>Mocaf</i> .....        | 90 |
| 22. Grafik <i>3D Surface</i> Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Atribut Warna Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan <i>Gel</i> Pati Tapioka Dan Tepung <i>Mocaf</i> .....     | 91 |
| 23. Grafik Plot Kenormalan Terhadap Respon Atribut Warna pada Beras Analog Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan <i>Gel</i> Pati Tapioka Dan Tepung <i>Mocaf</i> .....            | 93 |
| 24. Grafik <i>Contour</i> Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Atribut Aroma Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan <i>Gel</i> Pati Tapioka Dan Tepung <i>Mocaf</i> .....        | 96 |
| 25. Grafik <i>3D Surface</i> Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Atribut Aroma Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan <i>Gel</i> Pati Tapioka Dan Tepung <i>Mocaf</i> .....     | 96 |

|   |     |
|---|-----|
| 26. Grafik Plot Kenormalan Terhadap Respon Atribut Aroma pada Beras Analog Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan <i>Gel</i> Pati Tapioka Dan Tepung <i>Mocaf</i> .....          | 98  |
| 27. Grafik <i>Contour</i> Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Atribut Rasa Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan <i>Gel</i> Pati Tapioka Dan Tepung <i>Mocaf</i> .....       | 101 |
| 28. Grafik <i>3D Surface</i> Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Atribut Rasa Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan <i>Gel</i> Pati Tapioka Dan Tepung <i>Mocaf</i> .....    | 101 |
| 29. Grafik Plot Kenormalan Terhadap Respon Atribut Rasa pada Beras Analog Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan <i>Gel</i> Pati Tapioka Dan Tepung <i>Mocaf</i> .....           | 103 |
| 30. Grafik <i>Contour</i> Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Atribut Tekstur Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan <i>Gel</i> Pati Tapioka Dan Tepung <i>Mocaf</i> .....    | 106 |
| 31. Grafik <i>3D Surface</i> Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Atribut Tekstur Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan <i>Gel</i> Pati Tapioka Dan Tepung <i>Mocaf</i> ..... | 106 |
| 32. Grafik Plot Kenormalan Terhadap Respon Atribut Tekstur pada Beras Analog Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan <i>Gel</i> Pati Tapioka Dan Tepung <i>Mocaf</i> .....        | 108 |
| 33. Grafik <i>Contour Desirability</i> dari Keseluruhan Formula Beras Analog Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan <i>Gel</i> Pati Tapioka Dan Tepung <i>Mocaf</i> ...          | 113 |
| 34. Grafik Uji Amilografi .....   | 148 |

## DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran   | Halaman |
|--|---------|
| 1. Prosedur Analisis Uji Amilografi dengan Metode Rapid Visco Analyzer (Brookfield Engineering Laboratories, 2005) ..... | 130     |
| 2. Prosedur Analisis Daya Rehidrasi dengan Metode Penimbangan (Ramlah, 1997) .....                                       | 132     |
| 3. Prosedur Analisis Kadar Air dengan Metode Gravimetri (Sudarmadji, 1996)   | 133     |
| 4. Prosedur Analisis Kadar Pati dengan Metode <i>Luff Schoorl</i> (AOAC, 1995)...  | 135     |
| 5. Prosedur Analisis Kadar Serat Kasar dengan Metode Gravimetri (AOAC, 1995) .....                                       | 137     |
| 6. Formulir Pengujian Organoleptik Uji Hedonik (Soekarto, 2002).....   | 138     |
| 7. Kebutuhan Analisis Bahan Baku .....   | 139     |
| 8. Kebutuhan Bahan Baku Formulasi .....  | 140     |
| 9. Perkiraan Biaya Bahan Baku .....  | 143     |
| 10. Data Hasil Penelitian Pendahuluan .....  | 145     |
| 11. Data Hasil Analisis Penelitian Utama .....   | 149     |
| 12. Data Analisis Verifikasi Formula Optimal .....   | 163     |
| 13. Tabel Estimasi Koefisien Mixture D-Optimal .....   | 165     |
| 14. Dokumentasi Pembuatan Tepung Kentang .....   | 171     |
| 15. Dokumentasi Pembuatan Beras Analog .....   | 173     |
| 16. Dokumentasi Analisis .....   | 175     |

## ABSTRAK

Tujuan dari penelitian yang akan dilakukan adalah untuk mendapatkan formulasi yang optimal pada formulasi beras analog berbasis tepung kentang (*Solanum tuberosum L.*) dengan penambahan *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* dengan menggunakan program *Design Expert* versi 13 metode *Mixture D-Optimal*

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Mixture D-Optimal* menggunakan aplikasi *Design Expert* versi 13. Rancangan ini terdiri dari 14 formulasi dengan menentukan nilai atas dan bawah dari setiap bahan dimana pada tepung kentang (batas bawah 37,00% dan batas atas 45,00%) pada *gel* pati tapioka (batas bawah 33,00% dan batas atas 43,00%) pada tepung *mocaf* (batas bawah 5,00% dan batas atas 7,00%). Dilakukan penelitian pendahuluan untuk menentukan kadar air pada bahan dan uji amilografi pada bahan. Penelitian utama dilakukan pengujian daya rehidrasi, kadar air, kadar pati, kadar serat kasar dan uji organoleptik.

Hasil penelitian pendahuluan didapatkan hasil kadar air dan uji amilografi pada bahan utama yang akan digunakan yaitu tepung kentang, *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf*. Kadar air pada tepung kentang sebesar 7,50%, pada pati tapioka sebesar 10,89% dan pada tepung *mocaf* sebesar 10,29%. Uji amilograf pada tepung kentang (*Peak* 210,50, *Trough* 192,00, *BD* 18,50, *FV* 271,50, *SB* 79,50, *Peak Time* 4,87, dan *Pasting Temp error* °C). Pada pati tapioka (*Peak* 3777,00, *Trough* 2054,00, *BD* 1723,00, *FV* 2690,00, *SB* 636,00, *Peak Time* 3,97, dan *Pasting Temp* 71,40°C). Pada tepung *mocaf* (*Peak* 2915,50, *Trough* 1296,00, *BD* 1619,50, *FV* 1969,00, *SB* 673,00, *Peak Time* 3,87, dan *Pasting Temp* 71,83°C).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pembuatan beras analog berbasis tepung kentang dengan penambahan *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* menggunakan *Design Expert* versi 13 metode *Mixture D-Optimal* dapat dihasilkan formula optimum dengan persentasi variabel bebas yaitu 37,00% tepung kentang, 41,00% *gel* pati tapioka, dan 7,00% tepung *mocaf*. Formula tersebut menghasilkan nilai *desirability* yaitu 0,659 dan dapat menghasilkan verifikasi formula optimal pada analisis kimia yaitu daya rehidrasi 129,52%, kadar air 5,67%, kadar pati 71,72%, kadar serat kasar 2,48%. Dan dapat menghasilkan verifikasi formula optimal analisis organoleptik yaitu warna 3,83, aroma 3,70, rasa 4,23 dan tekstur 3,76.

**Kata Kunci:** *Design Expert*, *Mixture D-Optimal*, Beras Analog, Tepung Kentang, *Gel* Pati Tapioka, Tepung *Mocaf*

## ABSTRACT

*The purpose of the research to be conducted is to find out the optimal formulation of the analog rice formulation based on potato starch (*Solanum tuberosum* L.) with the addition of tapioka starch gel and mocaf flour using the Design Expert program version 13 of the D-Optimal Mixture method.*

*The method used in this study is Mixture D-Optimal using the Design Expert version 13 application. This design consists of 14 formulations determined by determining the upper and lower values of each ingredient in potato starch (lower limit of 37.00% and upper limit of 45.00% values of each ingredient in potato starch (lower limit of 37.00% and upper limit of 45.00%), tapioka starch gel (lower limit 33.00% and upper limit 43.00%), and mocaf flour (lower limit 5.00% and upper limit 7.00%). Preliminary research was carried out to determine the water content of the material and conduct an amylograph test on the material. The main research was carried out by testing the rehydration power, water content, starch content, crude fiber content, and organoleptic tests.*

*The results of the preliminary research obtained the results of the water content and amylographic test on the main ingredients to be used, that is potato starch, tapioca starch gel and mocaf flour. The water content in potato flour is 7.50%, in tapioca starch is 10.89% and in mocaf flour is 10.29%. Amylograph test on potato starch (Peak 210.50, Trough 192.00, BD 18.50, FV 271.50, SB 79.50, Peak Time 4.87, and Pasting Temp error°C). In tapioca starch (Peak 3777.00, Trough 2054.00, BD 1723.00, FV 2690.00, SB 636.00, Peak Time 3.97, and Pasting Temp 71.40°C). In mocaf flour (Peak 2915.50, Trough 1296.00, BD 1619.50, FV 1969.00, SB 673.00, Peak Time 3.87, and Pasting Temp 71.83°C).*

*The results of this study indicate that making analog rice based on potato starch with the addition of tapioca starch gel and mocaf flour using Design Expert version 13 of the D-Optimal Mixture method can produce an optimum formula with the percentage of independent variables, namely 37.00% potato starch, 41.00% gel tapioca starch, and 7.00% mocaf flour. The formula produces a desirability value of 0.659 and can produce optimal formula verification in chemical analysis, namely rehydration power 129.52%, moisture content 5.67%, starch content 71.72%, crude fiber content 2.48%. And can produce verification of the optimal formula for organoleptic analysis, namely color 3.83, aroma 3.70, taste 4.23 and texture 3.76.*

**Keywords:** *Design Expert, Mixture D-Optimal, Rice Analog, Potato Flour, Tapioka Starch Gel, Mocaf Flour*

# I PENDAHULUAN

Bab ini akan menguraikan mengenai : (1.1) Latar Belakang Masalah, (1.2) Identifikasi Masalah, (1.3) Maksud dan Tujuan Penelitian, (1.4) Manfaat Penelitian, (1.5) Kerangka Pemikiran, (1.6) Hipotesis Penelitian, dan (1.7) Tempat dan Waktu Penelitian.

## 1.1. Latar Belakang Masalah

Beras merupakan makanan pokok bagi sebagian besar masyarakat Indonesia. Konsumsi beras di Indonesia semakin meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk Indonesia. Ketergantungan masyarakat Indonesia yang sangat tinggi terhadap beras akan menjadi masalah jika ketersediaan beras sudah tidak dapat tercukupi. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2021), pada tahun 2018 pemerintah Indonesia mengimpor beras sebanyak 2.253.824,4 ton. Pada tahun 2019 sebanyak 444.508,8 ton, tahun 2020 sebanyak 356.286,2 ton dan tahun 2021 sebanyak 407.741,4 ton.

Ketergantungan pola konsumsi penduduk Indonesia pada beras yang berakibat pada tingginya impor beras menimbulkan permasalahan lain yang menyebabkan pemalsuan beras misalnya beras plastik dan kasus pemalsuan kualitas beras dengan penambahan zat pemutih (klorin). Program diversifikasi pangan yang tengah digalakkan Kementerian Pertanian (Kementan) untuk mengurangi ketergantungan konsumsi beras padi memunculkan inovasi baru, yakni beras analog. Indonesia memiliki sumber pangan lokal seperti jagung, sorgum, ubi kayu (singkong), ubi jalar, dan lain- lain. Pangan lokal tersebut bila difokuskan bisa



diolah menjadi sumber karbohidrat sehingga mampu menekan permintaan terhadap beras dari padi (Sihombing, dkk., 2019).

Beras analog adalah beras tiruan yang diproduksi menggunakan sumber daya lokal selain padi yang nilai karbohidratnya hampir mendekati beras dari padi (Samad, 2003). Beras analog dikonsumsi seperti layaknya makan nasi dari beras padi. Beras analog dapat dirancang sehingga memiliki kandungan gizi hampir sama bahkan melebihi beras padi, dan juga dapat memiliki sifat fungsional sesuai dengan bahan baku yang digunakan. Produk diversifikasi ini diharapkan dapat mendukung program ketahanan pangan nasional dengan mengurangi tingkat konsumsi beras tanpa membuat perubahan besar dalam tradisi makan masyarakat (Noviasari, dkk., 2013). Bahan baku non beras yang potensial sebagai sumber bahan pangan pokok dan dapat dimanfaatkan dalam pembuatan beras analog adalah tepung kentang, pati tapioka, dan tepung *mocaf* karena tingginya kandungan karbohidrat pada umbi kentang dan ubi kayu.

Kentang mempunyai kandungan zat karbohidrat yang tinggi, lebih tinggi dari berbagai sumber karbohidrat yang lain seperti beras, jagung atau gandum. Hal tersebut menjadikan kentang sebagai prioritas alternatif yang mampu mensubstitusi kebutuhan pangan pokok masyarakat. Bahkan untuk kalangan tertentu (misalnya penderita diabetes), kentang merupakan makanan pokok untuk diet, karena kandungan kadar gulanya yang rendah sehingga kentang merupakan komoditas yang penting dan mampu berperan untuk memenuhi gizi masyarakat (Andriyanto, dkk., 2013). Kentang juga memiliki banyak manfaat karena mengandung antioksidan, membantu mengendalikan gula darah, baik untuk pencernaan, bebas

gluten, menjaga tekanan darah normal, menjaga kesehatan sistem syaraf dan fungsi otak, serta menjaga kesehatan jantung. Bahkan kentang direkomendasikan untuk dikonsumsi bagi orang yang memiliki penyakit maag dan masalah dengan lambung, karena kentang mengandung karbohidrat yang tinggi sehingga mengakibatkan perut tidak kosong dan asam lambung menjadi netral (Pakpahan, dkk., 2019).

Berdasarkan kualitasnya, kentang hasil panen petani kentang terbagi atas beberapa kategori, yaitu *grade A*, *grade B*, *grade C*, *grade D*, dan *BS*. Di antara kelima jenis kentang hasil panen petani, kentang jenis *D* dan *BS* merupakan kentang berkualitas rendah karena harga jual rendah. Kentang *D* berukuran kecil. Harga jual kentang *grade D* adalah  $\frac{1}{4}$  harga kentang *grade A* dan *B*. Kentang *grade BS* merupakan kentang kategori *A*, *B*, dan *C* namun dengan bentuk yang tidak mulus (terdapat lubang) atau tergores saat panen. Harga jual kentang *grade BS* adalah setengah harga kentang *grade A* dan *B*. Kentang yang kurang mutunya seperti ukuran yang kecil, bentuk yang tidak seragam serta yang terluka sewaktu pemanenan biasanya menjadi relatif murah harganya, bahkan biasanya terbuang dan tidak dimanfaatkan. Kentang tersebut dapat ditingkatkan nilai tambahnya dengan mengolahnya menjadi tepung kentang dan dapat diolah lebih lanjut menjadi produk pangan fungsional (Hartiyah, 2022).

Pengolahan kentang menjadi tepung merupakan cara yang efektif untuk memperpanjang daya simpan kentang karena kentang merupakan sayuran yang mudah rusak karena memiliki kandungan air yang cukup tinggi sekitar 80%. Menurut hasil analisa kandungan gizi kentang dilihat dari Komposisi Pangan Indonesia (2009:6) kentang mengandung karbohidrat 13,5 gram. Hal ini

memungkinkan untuk menjadikan kentang sebagai tepung. Perubahan bentuk kentang menjadi tepung akan memperluas dan mempermudah pemanfaatan kentang menjadi produk yang setengah jadi yang fleksibel, memiliki daya simpan yang cukup lama sehingga dapat digunakan sebagai bahan makanan yang bervariasi dalam pengolahan pangan (Fajiarningsih, 2013).

Umumnya pengolahan bahan makanan dengan menambahkan tepung bertujuan untuk meningkatkan kekuatan *gel*, tepung juga diperlukan untuk meningkatkan tekstur, rendemen, daya ikat air, stabilitas saat disimpan dalam suhu beku dan mengurangi berat susut akibat pemasakan, tepung kentang memiliki kemampuan *swelling power* dan viskositas lebih tinggi dibandingkan tepung lain seperti terigu, jagung dan tapioka, penambahan tepung sebagai pengikat didasarkan oleh kemampuan amilopektin yang dapat menambah elastisitas (Arumsari, dkk., 2014). Selain umbi kentang, juga terdapat sumber pangan pokok lain yang berpotensi sebagai sumber karbohidrat yang cukup tinggi seperti ubi kayu atau singkong.

Tanaman singkong merupakan produk hasil pertanian pangan kedua terbesar setelah padi, sehingga ketersediaan singkong mempunyai potensi sebagai bahan baku penting dalam berbagai makanan karena memiliki kandungan gizi yang cukup lengkap tetapi pemanfaatan dan diversifikasi tanaman singkong masih sangat kurang. Oleh karena itu, upaya yang dapat dilakukan yaitu tanaman singkong dapat diolah menjadi produk setengah jadi seperti pati tapioka dan tepung *mocaf* yang selanjutnya dapat juga diolah menjadi berbagai produk pangan (Hadiyan, dkk., 2018).

Tapioka merupakan pati yang diekstrak dari singkong. Tapioka memiliki kadar amilopektin yang tinggi, sehingga produk yang dibuat dengan pati tapioka cenderung memiliki tekstur yang renyah, bersifat larut dalam air biasanya digunakan sebagai bahan pengisi dan pengikat yang menghasilkan tekstur yang plastis, dan kompak pada industri makanan (Lestari, 2013).

Tepung *mocaf* diperoleh dari ubi kayu yang diproses melalui prinsip memodifikasi sel ubi kayu secara fermentasi. Mikroba yang tumbuh pada proses fermentasi menghasilkan enzim pektinolitik dan sellulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel ubi kayu sehingga terjadi liberasi granula pati. Senyawa asam dari proses fermentasi akan menghasilkan aroma dan citarasa yang khas yang dapat menutupi aroma dan citarasa khas singkong yang cenderung tidak menyenangkan (langu) (Raysita, 2013).

Pembuatan beras analog berbasis tepung kentang dengan mutu atau *grade* D dengan penambahan tepung *mocaf* dan pati tapioka diharapkan dapat membantu meningkatkan nilai jual, dan juga sebagai upaya diversifikasi produk pangan lokal sehingga berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui optimalisasi formulasi beras analog berbasis tepung kentang (*Solanum tuberosum* L.) dengan penambahan *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* menggunakan *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal*.

*Design Expert* metode *Mixture D-Optimal* merupakan salah satu *software* yang dapat digunakan untuk menentukan formulasi yang optimal, yang digunakan untuk mengoptimalkan proses respon utama yang disebabkan oleh beberapa variabel, dan tujuannya untuk mengoptimalkan respon tersebut. *Design Expert*

menawarkan beberapa pilihan desain dengan fungsinya masing-masing, termasuk *Mixture Design* yang digunakan untuk menemukan formulasi yang optimal (Bas & Boyaci, 2007).

Program *Design Expert* menyediakan desain yang sangat efisien untuk teknik *Mixture Design*. Menu *Mixture* yang digunakan khusus untuk mengolah formulasi dan menentukan formulasi yang optimal. Metode yang digunakan D-optimal yang memiliki sifat fleksibilitas untuk meminimalkan masalah dan cocok untuk menentukan jumlah batas bahan yang mengubah dua atau lebih respon (Cornell, 1990).

## **1.2. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka identifikasi masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana formulasi beras analog berbasis tepung kentang (*Solanum tuberosum L.*) dengan penambahan *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* dengan menggunakan program *Design Expert* versi 13 metode *Mixture D-Optimal* diperoleh formulasi optimal?

## **1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian**

Maksud dilakukan penelitian ini adalah untuk menentukan formulasi yang optimal dalam pembuatan beras analog berbasis tepung kentang (*Solanum tuberosum L.*) dengan penambahan *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* menggunakan program *Design Expert* versi 13 metode *Mixture D-Optimal*.

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mendapatkan formulasi yang optimal dalam pembuatan beras analog berbasis tepung kentang (*Solanum tuberosum L.*) dengan penambahan *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* sehingga

didapatkan beras dengan karakteristik, sifat fisikokimia dan organoleptik yang paling baik dan dapat diterima oleh masyarakat sesuai dengan standar yang berlaku.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Dalam penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat yaitu sebagai berikut:

##### **1. Bagi Peneliti**

Mengetahui formulasi dari pembuatan beras analog berbasis tepung kentang (*Solanum tuberosum L.*) dengan penambahan *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* yang paling optimal dan paling disukai oleh konsumen, menambah pengetahuan dan sebagai media untuk menerapkan ilmu yang telah diperoleh selama penulis menempuh pendidikan.

##### **2. Bagi Lingkup Penelitian**

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan kajian sekaligus perbandingan terhadap penelitian dengan topik yang sama.

##### **3. Bagi Akademik**

Menjadi sumber informasi dan referensi mengenai pembuatan beras analog berbasis tepung kentang (*Solanum tuberosum L.*) dengan penambahan *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* untuk penelitian-penelitian selanjutnya khususnya bagi pihak pembaca, pihak institusi pendidikan dan pihak lain yang berkepentingan.

#### 4. Bagi Pemerintah

Memberikan gagasan untuk memajukan program diversifikasi pangan yang digalakkan oleh pemerintah melalui beras analog dengan memanfaatkan bahan pangan lokal dan mencapai ketahanan pangan nasional.

#### 5. Bagi Masyarakat/Industri Pangan

Memberikan kesadaran akan pentingnya diversifikasi pangan dan menjadikan pertimbangan untuk mengkonsumsi beras analog sebagai pangan alternatif yang sehat bagi masyarakat/industri pangan karena memiliki kandungan gizi yang lebih tinggi dibandingkan dengan beras pada umumnya.

### 1.5. Kerangka Pemikiran

Menurut Jannah, dkk. (2015), berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini dapat menghasilkan makanan alternatif atau pengganti makanan pokok seperti beras analog. Beras analog adalah salah satu solusi yang dapat dikembangkan, baik dalam penggunaan sumber pangan baru maupun sebagai keanekaragaman pangan. Dalam pembuatan beras analog perlu adanya substitusi antara beras dengan beras analog, salah satunya pembuat beras analog dengan menggunakan tepung singkong.

Menurut Haryadi (2006), karbohidrat merupakan sumber nutrisi utama pada beras. Karbohidrat pada beras terdiri dari sebagian besar pati dan sebagian kecil pentosa, selulosa, hemiselulosa, dan gula. Pati pada beras berkisar antara 85- 90% dari berat kering beras. Beras mengandung pentosa berkisar 2,0-2,5% dan gula 0,6- 1,4% dari berat beras pecah kulit. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sifat

fisikokimiawi beras ditentukan oleh sifat-sifat patinya, karena pati merupakan penyusun utama beras.

Menurut Oates (1997), bahwa beras yang berkadar amilosa tinggi (> 25%) bila dimasak nasinya tidak lengket, dapat mengembang dan menjadi keras jika sudah dingin, sedangkan beras beramilosa sedang (20-24%) umumnya mempunyai tekstur nasi lunak, pulen dan enak rasanya. Kandungan amilosa dan amilopektin sangat mempengaruhi kualitas nasi yang dihasilkan, yakni semakin kecil kandungan amilosa atau semakin tinggi kandungan amilopektin maka semakin lengket nasi tersebut.

Menurut Samadi (2007), kentang merupakan salah satu jenis umbi-umbian yang bergizi. Zat gizi yang terdapat dalam kentang antara lain karbohidrat, mineral (besi, fosfor, magnesium, natrium, kalsium, dan kalium), protein, serta vitamin terutama vitamin C dan B<sub>1</sub>. Selain itu, kentang juga mengandung lemak dalam jumlah yang relatif kecil, yaitu 1,0 – 1,5%.

Menurut Rezona (2021), umumnya masyarakat dan industri olahan kentang hanya menggunakan kentang dengan bentuk yang bagus, sedangkan kentang kurang bermutu atau yang rusak sewaktu pemanenan menyebabkan kentang tidak terpakai maka kentang tersebut dapat dimanfaatkan untuk kemudian diolah menjadi tepung kentang sehingga menjadi produk yang fleksibel dan memiliki umur simpan yang lebih lama.

Menurut Damardjati, dkk. (2000), tepung merupakan salah satu bentuk alternatif produk setengah jadi yang dianjurkan karena lebih tahan disimpan atau dapat memperpanjang umur simpan, mudah dicampur (dibuat komposit), diperkaya



zat gizi (fortifikasi), dibentuk, dan lebih cepat dimasak sesuai tuntutan kehidupan modern yang serba praktis.

Menurut Fajarningsih (2013), tepung kentang banyak dijadikan pilihan untuk campuran berbagai bahan makanan karena rendah lemak. Saat dicampurkan dengan adonan cair, tepung kentang juga lebih mudah larut dan tidak memiliki rasa yang aneh.

Proses pengolahan kentang sering terjadi reaksi pencoklatan atau *browning*. Hal ini dapat merubah rasa dan tekstur, sehingga dapat menurunkan kualitas makanan. Reaksi pencoklatan enzimatis disebabkan oleh enzim polifenol oksidase (PPO) bereaksi dengan substrat yang mengandung fenol, dengan bantuan oksigen membentuk kuinon, kuinon dengan cepat mengalami polimerisasi menghasilkan pigmen warna coklat yaitu melanin (Busch, 1999). Untuk menghasilkan tepung berkualitas baik, irisan umbi sebelum dikeringkan direndam terlebih dahulu dalam larutan natrium metabisulfit untuk mencegah *browning* pada bahan. Natrium metabisulfit merupakan bahan tambahan yang sering digunakan dalam pengolahan pangan yang berfungsi sebagai pemutih bahan pangan digunakan untuk mencegah kerusakan karena reaksi *browning* yang enzimatis serta bekerja sebagai zat antioksidan (Winarno, 2002). Pemakaiannya dalam pengolahan bahan pangan bertujuan untuk mencegah proses pencoklatan serta untuk mempertahankan warna bahan agar tetap menarik.

Menurut Saputrayadi & Marianah (2018), natrium metabisulfit adalah zat kimia yang dapat menghambat kerusakan pada makanan karena serangan bakteri, ragi dan cendawan. Reaksi-reaksi yang sering harus dikendalikan adalah reaksi

oksidasi, pencoklatan (*browning*) dan reaksi enzimatik lainnya. Sehingga dengan penambahan natrium bisulfit akan mampu mempertahankan warna dasar stik kentang dari reaksi oksidasi dan reaksi enzimatik lainnya. Semakin lama waktu perendaman dalam natrium bisulfit maka akan mencegah terjadinya reaksi *browning* enzimatik sehingga sedikit sekali terjadi perubahan warna menjadi coklat atau hitam.

Menurut penelitian Sukri, N, dkk. (2014), menunjukkan bahwa perlakuan perendaman umbi walur di dalam larutan natrium metabisulfit 1000 ppm memiliki nilai derajat putih dan jumlah residu sulfit terbaik, dimana tepung walur yang dihasilkan memiliki nilai derajat putih 69,10 persen, residu sulfit 70,61 ppm, rendemen tepung 14,35 persen, kadar karbohidrat 88,35 persen, total pati 59,70 persen, kandungan amilosa 23,40 persen, dan kadar serat kasar 4,56 persen.

Menurut penelitian Yufidasari, dkk. (2018), proses pembuatan tepung kentang dengan modifikasi diawali dengan pengupasan dan pencucian kentang sampai bersih, kemudian dipotong dengan ketebalan kurang lebih 1-2 mm dengan menggunakan pamarut, selanjutnya dicuci kembali untuk membersihkan sisa-sisa kotoran yang masih tertinggal. Kentang parut direndam menggunakan natrium metabisulfit dengan konsentrasi 500 ppm selama 45 menit. Natrium metabisulfit berfungsi sebagai pemutih, penghambat bakteri, kapang, dan khamir. Proses selanjutnya adalah dioven dengan suhu 60°C selama  $\pm$  4 jam, setelah kentang kering, lalu dihaluskan menggunakan blender dan diayak menggunakan ayakan 80 *mesh*.

Menurut Agustina, dkk. (2013), tujuan dari pengeringan yaitu untuk mengurangi kadar air bahan sampai batas dimana mikroorganisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan akan terhenti, dengan demikian bahan yang dikeringkan akan mempunyai waktu simpan yang lama. Pengolahan juga digunakan untuk meningkatkan nilai tambah suatu produk.

Menurut Yufidasari, dkk. (2018), tepung kentang memiliki sifat daya ikat air yang cukup besar sehingga dapat menyebabkan produk yang dihasilkan memiliki kadar air yang tinggi. Hal tersebut dikarenakan, bagian yang paling berperan dalam penyerapan air dari biomasa adalah kandungan amilosa dan amilopektin, yang keduanya merupakan komponen pati

Menurut Moorthy (2004), kadar amilosa pati tapioka berada pada kisaran 20-27%. Kandungan amilosa berpengaruh sangat kuat terhadap karakteristik produk.

Charles dkk. (2005) menyatakan bahwa semakin tinggi kadar amilosa maka viskositas maksimum pati akan semakin tinggi sehingga semakin mudah produk mengalami retrogradasi. Pati dengan kandungan amilosa yang tinggi sangat cocok untuk pembuatan *starch noodle*. Kadar amilopektin juga berpengaruh pada karakteristik produk. Adanya kemampuan pembentukan *gel* dari sifat pati melalui proses gelatinasinya dan bentukan daya lengket yang kuat dari tingginya kadar amilopektin merupakan potensi dalam pembentukan sifat kekenyalan. Amilopektin pada tapioka bersifat lengket pada tepung komposit yang digunakan diharapkan dapat membantu pengikatan komponen tepung jagung sehingga terbentuk adonan mie yang dapat dicetak (Ekafitri dkk., 2011).

Menurut Eugene & Asmoro (2022), tepung *mocaf* bersifat *non*-alergen (bebas gluten, kacang, dan hal lainnya yang bersifat alergen), sehingga tepung *mocaf* bisa menjadi pilihan yang paling baik bagi orang-orang yang mempunyai gejala intoleransi gluten, bisa dikonsumsi juga oleh mereka dengan sistem atau gangguan pencernaan yang sensitif, seperti penyakit iritasi usus besar, atau untuk diet dan menjaga kesehatan.

Menurut Yuwono, dkk. (2013), semakin tinggi jumlah tepung *mocaf* maka semakin rendah kadar air beras tiruan yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan *mocaf* memiliki kadar amilosa yang lebih tinggi dibandingkan dengan tepung beras. Amilosa memiliki sifat mudah mengikat air dan mudah pula melepaskan air. Pada saat proses pengeringan, beras tiruan dengan kadar amilosa tinggi akan lebih mudah melepaskan air yang terdapat dalam bahan.

Menurut Hidayat, dkk. (2016), karakteristik utama yang mempengaruhi penerimaan konsumen terhadap produk beras adalah karakteristik tanaknya. Oleh karenanya diperlukan upaya untuk memperbaiki kualitas tanak beras analog jagung melalui penambahan tapioka (pati ubi kayu).

Menurut Winarti, dkk. (2018), pada hasil penelitiannya yang berjudul Karakteristik dan Aktivitas Antioksidan Beras Analog dari Tepung Komposit (Gadung, Jagung, *Mocaf*) dengan Penambahan Pewarna Angkak menunjukkan perlakuan terbaik pada penelitian ini adalah beras analog dengan substitusi tepung *mocaf* 20% dan penambahan angkak 3gr dengan kadar air 10,17%, kadar abu 2,27%, kadar pati 55,41%, kadar amilosa 25,61%, intensitas warna L,a,b berturut-turut adalah 55,66,19,93, 13,28, aktivitas antioksidan 62,10%, daya rehidrasi

121,33%, volume pengembangan 133,52, dan rata-rata nilai rasa 3,50, warna 4,00 dan tekstur 3,50.

Proses pembuatan beras analog yang dilakukan Hasnelly, dkk. (2013) dibuat dengan menggunakan bahan baku ubi jalar yang kemudian dicampur dengan 20% pati tapioka dan 10% tepung beras.

Menurut Santoso, dkk. (2013), proses pembuatan beras analog dan proses pengeringan butiran beras analog merupakan faktor yang mempengaruhi kadar air butiran beras analog. Pemberian air pada proses pembuatan beras analog mempengaruhi kadar air butiran beras analog. Butiran beras analog akan cepat terbentuk apabila menggunakan tepung campuran, sehingga pada saat pembutiran lebih cepat membentuk granul disebabkan oleh campuran pati tapiokanya lebih banyak. Waktu yang diperlukan dalam pembuatan butiran beras analog dengan bahan campuran pati tapioka relatif lebih cepat dari pada pembuatan butiran beras analog tanpa tepung campuran.

Menurut Korompis, dkk. (2016), dalam penelitiannya yang berjudul Karakteristik Beras Analog dari Tepung Kentang (*Solanum tuberosum L.*), Tepung Jagung (*Zea mays L.*) dan Pati Sagu Baruk (*Arenga microcarpa Beccari*), Analisa fisik dan kimia beras analog yang terbaik pada formulasi tepung kentang 50 % + Tepung Jagung 25 % + Pati sagu 25 %. Pada formulasi ini densitas kamba (0,50 %), bobot 100 butir (4,34 %) dan suhu gelatinisasi 62°C waktu 39 menit. Analisis kimia uji proksimatnya adalah kadar air 7,13%, kadar abu 1,16%, kadar pati 73,21%, amilosa 21,60%, amilopektin 51,61%, protein 7,80% dan lemak 2,83%,

serat kasar 2,03 %, karbohidrat 83,63 % dan daya cerna pati invitro 85,20 %. Hal ini memberikan pengaruh memperbaiki sifat fisik dan kimia beras analog.

Menurut Srihari, dkk. (2016), pada penelitiannya yang berjudul Rekayasa Beras Analog Berbahan Dasar Campuran Tepung Talas, Tepung Maizena dan Ubi Jalar, didapatkan komposisi beras analog yang mengandung karbohidrat 74,049%, protein 1,78%, lemak 1,01%, abu 2,05%, dan serat kasar 2,28%.

Menurut Maarif (1989), optimasi merupakan pendekatan normatif untuk menentukan solusi terbaik dalam pengambilan keputusan terhadap suatu masalah. Melalui optimasi, permasalahan akan dipecahkan untuk mendapatkan hasil yang terbaik sesuai dengan batasan yang diberikan. Optimasi bertujuan untuk meminimalkan usaha atau biaya operasional yang diperlukan dan memaksimalkan hasil yang diharapkan. Optimasi dapat didefinisikan sebagai proses mencapai kondisi maksimum atau minimum suatu fungsi jika usaha yang diperlukan atau hasil yang diharapkan dapat dinyatakan sebagai fungsi dari variabel keputusan. Secara umum, fungsi tujuan merupakan langkah-langkah seperti meminimalkan biaya atau penggunaan bahan baku, memaksimalkan hasil, dan efisiensi penggunaan bahan produksi atau proses. Menentukan fungsi tujuan dikaitkan dengan masalah yang terjadi.

Menurut Nugroho (2012), dibandingkan dengan program optimasi lainnya, *Design Expert* memiliki keunggulan yaitu metode *mixture D-optimal* yang dapat secara otomatis menampilkan jumlah formulasi sesuai dengan batasan yang ditentukan. *Design Expert* metode *mixture D-optimal* juga dapat membantu menentukan formulasi optimal berdasarkan respon yang diinginkan sesuai standar

produk yang ada dan diterima masyarakat karena memiliki akurasi numerik tinggi hingga 0,001. *Design Expert* metode *mixture D-optimal* menyediakan fitur lengkap seperti ANAVA yang sangat berguna bagi peneliti. Selain fitur ANAVA, *Design Expert* metode *mixture D-optimal* menyediakan *summary* atau rangkuman dari data yang telah didapat lengkap dengan standar deviasi, nilai *minimum*, *maximum*, dan *mean*. *Design Expert* menyediakan fitur *solution*, dimana fitur ini bertujuan memberikan informasi formulasi yang telah dirangkum berdasarkan kesimpulan seluruh respon. Selain itu, fitur *solution* pun memberikan prediksi hasil respon dari formulasi optimal yang terpilih. Formulasi optimal yang terpilih memiliki derajat ketepatan atau *desirability*. Semakin mendekati nilai satu maka semakin tinggi nilai ketepatan optimasi.

Syarat optimasi pada *design expert* dengan metode *mixture d-optimal* bisa dilihat dari nilai *P-value* model yang kurang dari 0,05. Kemudian bisa dilihat dari keterangan *lack of fit* yang mengetahui ketidaktepatan terhadap model. Lalu, nilai dari  $R^2$  dan *Adjusted R<sup>2</sup>* yang menentukan nilai model dari variabel terikat dan variabel bebas yang ditambahkan. Serta, dari berbagai variasi formulasi campuran, formula yang optimum adalah formula yang memiliki hasil evaluasi berada dalam rentang bata setiap parameter. Selain itu, derajat *desirability* yang mendekati angka satu merupakan formula yang optimum (Hidayat, 2021).

Berdasarkan pemaparan diatas, diharapkan pada pembuatan beras analog berbasis tepung kentang (*Solanum tuberosum L.*) dengan penambahan *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* menggunakan aplikasi *design expert* metode *mixture D-*

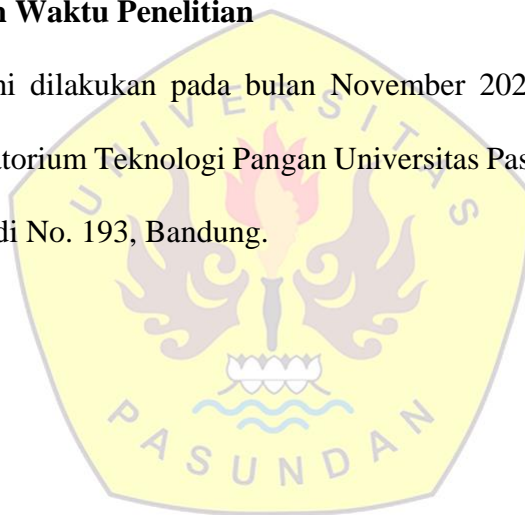
*optimal*, dapat dihasilkan formula yang optimal sehingga beras analog tersebut bisa diterima oleh masyarakat.

#### **1.6. Hipotesis Penelitian**

Berdasarkan latar belakang masalah dan didukung oleh kerangka pemikiran dapat diajukan hipotesis bahwa diduga pembuatan beras analog berbasis tepung kentang (*Solanum tuberosum L.*) dengan penambahan *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* dapat dioptimalkan dengan menggunakan program *Design Expert* versi 13 metode *Mixture D-Optimal*.

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

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2022 – Desember 2022, bertempat di Laboratorium Teknologi Pangan Universitas Pasundan yang berlokasi di jalan Dr. Setiabudi No. 193, Bandung.





## II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan menguraikan mengenai : (2.1) Beras Analog, (2.2) Kentang, (2.3) Tepung Kentang, (2.4) Pati Tapioka, (2.5) Tepung *Mocaf*, dan (2.6) *Design Expert*.

### 2.1. Beras Analog

Beras analog merupakan sebutan lain dari beras tiruan (*artificial rice*). Beras analog adalah beras yang dibuat dari bahan non padi dengan kandungan karbohidrat yang mendekati atau melebihi beras dengan bentuk menyerupai beras dan dapat berasal dari kombinasi tepung lokal (Samad, 2003). Hal tersebut dapat menunjang diversifikasi pangan karena beras analog dapat dikonsumsi seperti layaknya mengonsumsi nasi dari beras padi. Beras analog juga dapat dikembangkan dalam mengatasi permasalahan, baik dalam hal penggunaan sumber pangan baru atau untuk penganekaragaman pangan. Pemanfaatan pangan lokal sebagai sumber karbohidrat dalam menciptakan produk berupa beras analog sehingga memiliki kandungan gizi yang lebih besar apabila dibandingkan dengan beras padi (Noviasari dkk., 2015). Bahan pangan non beras sebagai bahan baku sumber karbohidrat dapat diperoleh dari berbagai jenis umbi-umbian maupun sereal.

Metode pembuatan beras analog terdiri atas dua cara, yaitu metode granulasi dan ekstruksi. Perbedaan pada kedua metode ini adalah pada tahapan gelatinisasi adonan dan pencetakan. Hasil cetakan metode granulasi adalah butiran sedangkan hasil cetakan metode ekstruksi adalah bulat lonjong dan sudah lebih menyerupai beras (Widara, 2012).



Gambar 1. Beras Analog

Sumber : (Andika, dkk., 2021)

Syarat mutu beras yang tercantum dalam SNI No. 01-6128-1999 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat Mutu Beras

| No. | Kriteria Mutu                 | Mutu I (%) | Mutu II (%) | Mutu III (%) | Mutu IV (%) | Mutu V (%) |
|-----|-------------------------------|------------|-------------|--------------|-------------|------------|
| 1.  | Derajat Sosoh (min)           | 100        | 100         | 100          | 95          | 95         |
| 2.  | Kadar Air (maks)              | 14         | 14          | 14           | 14          | 15         |
| 3.  | Beras Kepala (min)            | 100        | 95          | 84           | 60          | 60         |
| 4.  | Butir Utuh (min)              | 60         | 50          | 40           | 35          | 35         |
| 5.  | Butir Patah (maks)            | 0          | 5           | 15           | 25          | 35         |
| 6.  | Butir Menir (maks)            | 0          | 0           | 1            | 2           | 3          |
| 7.  | Butir Merah (maks)            | 0          | 0           | 1            | 3           | 3          |
| 8.  | Butir Kuning (maks)           | 0          | 0           | 1            | 3           | 5          |
| 9.  | Butir Mengapur (maks)         | 0          | 0           | 1            | 3           | 5          |
| 10. | Benda asing (maks)            | 0          | 0           | 0,02         | 0,05        | 0,2        |
| 11. | Butir Gabah (maks)            | 0          | 0           | 1            | 2           | 3          |
| 12. | Campuran Varietas Lain (maks) | 5          | 5           | 5            | 10          | 10         |

Sumber : (SNI No. 01-6128-1999)

Pembuatan beras analog membutuhkan bahan tambahan agar menghasilkan beras analog yang bermutu. Berikut bahan-bahan tambahan yang digunakan dalam pembuatan beras analog:

1. Air

Air merupakan senyawa kimia dengan rumus  $H_2O$ , dimana satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang terikat kovalen. Air memiliki sifat tidak berbau, tidak berwarna, dan tidak berasa pada keadaan normal, yaitu pada tekanan 100kPa (1 bar) dan suhu 273,15 K (0°C). Air mampu melarutkan banyak jenis zat kimia lainnya seperti gula, garam, asam, gas dan senyawa organik. Dalam pembuatan beras analog, air berfungsi sebagai bahan pemlastis, sehingga dapat menurunkan viskositas dan energi mekanik, menghasilkan produk yang padat, dan menghambat pertumbuhan gelembung (Setyabudi F, dkk., 2013).

2. Minyak Kelapa Sawit

Minyak kelapa sawit merupakan hasil dari pengolahan buah sawit. Kadar minyak terbesar terletak pada daging buah yaitu sebesar 60%. Secara umum, minyak sawit memiliki komposisi asam lemak jenuh dan tidak jenuh dengan proporsi yang seimbang sehingga minyak sawit tidak bisa dikategorikan sebagai minyak jenuh ataupun tidak jenuh. Minyak sawit mengandung vitamin E berupa tokoferol dan tokotrienol. Komponen ini penting sebagai antioksidan dan dikenal sebagai sumber karotenoid (provitamin A). Karotenoid mempunyai fungsi ganda yaitu sebagai antioksidan dan sumber vitamin A (Guy, R, 2001). Pada pembuatan beras analog, penambahan minyak sawit berfungsi untuk

mensuplai energi dalam tubuh dan sebagai bahan pelumas adonan agar mudah dicetak (Septyaningsih, 2016).

## **2.2. Kentang (*Solanum tuberosum L.*)**

Kentang (*Solanum tuberosum L.*) merupakan salah satu tanaman pangan yang ada di Indonesia setelah gandum, padi, dan jagung. Tanaman kentang juga memiliki nilai gizi yang menjadikan tanaman ini banyak sekali dibudidayakan diberbagai wilayah di Indonesia. Di Indonesia, komoditas kentang ini mempunyai peranan cukup penting untuk dimanfaatkan sebagai usaha rumah tangga, kentang juga sering digunakan sebagai makanan olahan dan industri besar untuk dijadikan pembuatan tepung dan keripik. Tanaman kentang mempunyai potensi besar sebagai salah satu sumber karbohidrat untuk kebutuhan manusia (Mulyono, dkk., 2017).

Menurut Samadi (2007), kentang termasuk jenis tanaman sayuran semusim, berumur pendek dan berbentuk perdu atau semak. Kentang termasuk tanaman semusim karena hanya satu kali berproduksi dan setelah itu mati. Umurnya relatif pendek, hanya 90 sampai 180 hari.

Menurut Rukmana (1997), dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan kentang diklasifikasikan sebagai berikut:

- Kingdom : *Plantae* (tumbuh – tumbuhan)
- Divisio : *Spermatophyta* (Tumbuhan berbiji)
- Subdivisio : *Angiospermae* (Berbiji tertutup)
- Clasis : *Dicotyledonae* (Biji berkeping dua)
- Ordo : *Solanales*
- Familia : *Solanaceae*

Genus : *Solanum*

Spesies : *Solanum tuberosum Linn*



Gambar 2. Kentang

Kentang merupakan sumber karbohidrat yang dimanfaatkan dalam berbagai macam bentuk, baik itu sebagai bahan pangan maupun bahan baku industri. Dalam bentuk segar kentang mudah rusak akibat beberapa faktor, antara lain faktor mekanis, fisiologis, dan mikrobiologis. Faktor-faktor ini berkaitan dengan kadar air yang tinggi dan tidak tahan lama jika disimpan karena akan tumbuh tunas setelah penyimpanan dengan kondisi yang tidak terkontrol. Kentang sebagai komoditas sayuran dapat dikonsumsi dalam bentuk segar dan dapat dimanfaatkan sebagai hasil industri makanan olahan seperti pati (Martunis, 2012).

Kentang (*Solanum tuberosum L.*) menduduki posisi penting sebagai bahan pangan, nutrisinya cukup baik. Pada 100 g kentang terkandung kalori 83 kal, protein 2,00 g, lemak 0,10 g, karbohidrat 19,10 g, kalsium 11,00 mg, fosfor 56 mg dan besi 1,00 mg. Kentang mengandung amilosa 17% dan amilopektin 83% (Singgih, dkk., 2015). Pengolahan kentang untuk menambah variasi dalam cara konsumsi juga semakin berkembang. Berbagai bentuk olahan telah banyak dikenal. Alternatif pengolahan pada kentang diantaranya, pembuatan keripik/*chips*, penepungan, *dried*

*mashed potato*, pembekuan (termasuk *french potato* beku), pengalengan. Adapun beberapa varietas kentang terdiri dari varietas Granola, *Super john*, Arka, Rendang, Hertha, Manohara, Batang Hitam, varietas Agria, Desiree, Barolina, Atlantik, Cipanas, Colombus, FLS, Kikondo, Erika, LBR, Fries, Kenebec, Panda dan lain-lain (Mailangkay, dkk., 2012, & Sari, dkk., 2013).

Menurut Samadi (2007), berdasarkan warna umbinya, kentang dibedakan menjadi 3 golongan, yaitu:

1. Kentang putih (varietas marita, donate, radosa, diamante dan lain-lain).
2. Kentang kuning (varietas patrones, granola, cipanas, cosmina dan lain-lain).
3. Kentang merah (varietas desiree dan arka).

Dari ketiga jenis kentang tersebut, yang paling digemari masyarakat dan sangat laku di pasaran adalah kentang kuning. Kentang ini berasa lebih enak, lebih gurih, tidak lembek dan kadar airnya rendah (Samadi, 2007).

Spesifikasi persyaratan mutu kentang kentang segar dapat dilihat pada tabel

2.

Tabel 2. Spesifikasi Persyaratan Mutu Kentang Segar

| No. | Kriteria Uji                 | Satuan | Persyaratan   |               |
|-----|------------------------------|--------|---------------|---------------|
|     |                              |        | Mutu I        | Mutu II       |
| 1.  | Keseragaman warna dan bentuk | -      | Seragam       | Seragam       |
| 2.  | Keseragaman ukuran           | -      | Seragam       | Seragam       |
| 3.  | Kerataan permukaan kentang   | -      | Rata          | Tidak         |
| 4.  | Kadar kotoran (b/b)          | %      | Maksimal 2,5% | Maksimal 2,5% |
| 5.  | Kentang cacat (b/b)          | %      | Maksimal 5%   | Maksimal 10%  |
| 6.  | Ketuaan kentang              | -      | Tua           | Cukup tua     |

Sumber : (SNI-01-3175-1992)

Berdasarkan SNI-01-3175-1992, umbi kentang digolongkan berdasarkan ukuran, yaitu:

1. Kentang ukuran kecil: kentang dengan berat  $< 50$  gram per umbi,
2. Kentang ukuran sedang: kentang dengan berat 51-100 gram per umbi,
3. Kentang ukuran besar: kentang dengan berat 101-300 gram per umbi,
4. Kentang ukuran sangat besar: kentang dengan berat  $> 301$  gram per umbi.

Berdasarkan data balai besar penelitian dan pengembangan pascapanen pertanian (BB-pascapanen) pada tahun 2009, terdapat 3 macam varietas kentang yang dapat digunakan sebagai bahan dalam pembuatan tepung kentang. Varietas tersebut adalah varietas atlantik, granola, dan *super john*. Setiap varietas memiliki sifat karakteristik fisiko kimia yang berbeda, hal tersebut dapat berpengaruh pada proses pembuatan tepung kentang dan mutu tepung kentang yang dihasilkan. Penyimpanan umbi kentang merupakan salah satu hal yang perlu diperhatikan, penyimpanan pada suhu  $20^{\circ}\text{C}$  dan suhu kamar dapat menekan akumulasi gula reduksi lebih baik yaitu 77,23% pada kentang atlantik dan 70,42% pada kentang granola. Tingginya gula reduksi akan mempengaruhi warna pada proses pembuatan tepung. Tepung kentang yang dihasilkan menggunakan varietas atlantik dan granola menunjukkan hasil yang baik. Karakteristik fisiko kimia varietas kentang dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik Fisiko Kimia Varietas Kentang

| Karakteristik    | Varietas |         |                   |
|------------------|----------|---------|-------------------|
|                  | Atlantik | Granola | <i>Super John</i> |
| Air (%)          | 84,08    | 86,59   | 87,74             |
| Protein (%)      | 2,99     | 2,38    | 2,33              |
| Lemak (%)        | 0,31     | 0,28    | 0,23              |
| Karbohidrat (%)  | 11,76    | 10,03   | 8,98              |
| Pati (%)         | 10,40    | 8,09    | 7,06              |
| Gula reduksi (%) | 0,60     | 0,78    | 0,99              |
| Abu (%)          | 0,86     | 0,72    | 0,72              |

Sumber : (BB-pasca panen, 2009)

### 2.3. Tepung Kentang

Tepung kentang berasal dari pengirisan umbi kentang yang selanjutnya dikeringkan. Karakteristik tepung kentang adalah warna putih kekuningan, tekstur halus, rasa sedikit manis, aroma harum khas kentang dan kering. Rasio amilopektin tepung kentang lebih besar dari umbi lainnya kecuali pati tapioka. Semakin tinggi kandungan amilosa maka akan semakin tinggi daya serap air produk tersebut. Kemampuan menyerap air lebih rendah karena amilosa yang terkandung lebih sedikit, sehingga tepung kentang memiliki stabilitas yang baik. Kentang dimanfaatkan sebagai tepung karena termasuk umbi-umbian yang mengandung karbohidrat dalam bentuk pati, tepung kentang memiliki kandungan protein dan lemak yang rendah dan suhu gelatinisasi yang rendah, memiliki granula pati yang lebih besar dibandingkan tepung lainnya dan viskositas maksimum yang paling tinggi. Tepung kentang kaya akan vitamin B<sub>1</sub> dan vitamin B<sub>2</sub>, pati, kadar abu, kadar serat dan asam amino esensial, sehingga dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan energi serta digunakan sebagai bahan serbaguna yang dapat dimasukkan dalam pengembangan berbagai produk makanan (Triana, dkk., 2016).



Menurut USPB (2016), tepung kentang berfungsi sebagai pengental dan pelapis makanan yang digoreng, selain itu juga dapat membantu meningkatkan tekstur makanan yang dipanggang seperti biskuit, *pancake*, roti, *muffin* dan *cookies*. Tepung ini menghasilkan produk yang lengket ketika ditambahkan air dan paling baik digunakan dalam jumlah yang sedikit untuk memperbanyak tepung lainnya, selain itu tepung ini hanya bisa digunakan sebagai ingridien dan tidak sesuai untuk pembuatan kentang tumbuk.

Syarat mutu tepung kentang mengikuti syarat mutu pati tapioka pada SNI 3451-2011 dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Syarat Mutu Pati Tapioka

| No    | Kriteria Uji                                    | Satuan               | Persyaratan               |
|-------|---|----------------------|---------------------------|
| 1.    | Keadaan   |                      |                           |
| 1.1.  | Bentuk  | -                    | Serbuk halus              |
| 1.2.  | Bau   | -                    | Normal                    |
| 1.3.  | Warna   | -                    | Putih, khas tapioka       |
| 2.    | Kadar Air (b/b)                                 | %                    | Maks. 14                  |
| 3.    | Abu (b/b)                                       | %                    | Maks. 0,5                 |
| 4.    | Serat kasar (b/b)                               | %                    | Maks. 0,4                 |
| 5.    | Kadar pati (b/b)                                | %                    | Min. 75                   |
| 6.    | Derajat putih (MgO = 100)                       | -                    | Min. 91                   |
| 7.    | Derajat asam                                    | MI NaOH 1 N<br>100 g | Maks. 4                   |
| 8.    | Cemaran logam                                   |                      |                           |
| 8.1.  | Cadmium (Cd)                                    | mg/kg                | Maks. 0,2                 |
| 8.2.  | Timbal (Pb)                                     | mg/kg                | Maks. 0,25                |
| 8.3.  | Timah (Sn)                                      | mg/kg                | Maks. 40                  |
| 8.4.  | Merkuri (Hg)                                    | mg/kg                | Maks. 0.05                |
| 9.    | Cemaran Arsen (As)                              | mg/kg                | Maks. 0,5                 |
| 10.   | Cemaran mikroba                                 |                      |                           |
| 10.1. | Angka lempeng total (35 <sup>0</sup> C, 48 jam) | Koloni/g             | Maks. 1 × 10 <sup>6</sup> |
| 10.2. | <i>Escherichia coli</i>                         | APM/g                | Maks. 10                  |
| 10.3. | <i>Bacillus cereus</i>                          | Koloni/g             | < 1 × 10 <sup>4</sup>     |
| 10.4. | Kapang  | Koloni/g             | Maks. 1 × 10 <sup>4</sup> |

Sumber : (SNI 3451-2011)

Salah satu masalah yang dihadapi dalam pembuatan tepung kentang adalah terjadinya *browning*. Proses pencoklatan yang terjadi akan mengurangi kualitas produk dan menurunkan minat konsumen. Warna tepung kentang dapat dipertahankan dengan perlakuan pendahuluan saat pengolahan. Perlakuan pendahuluan yang dilakukan dapat berupa perendaman dan *blanching*. Selain perlakuan *blanching*, perlakuan pendahuluan yang dapat dilakukan untuk mencegah pencoklatan adalah perendaman. Bahan perendam yang biasa digunakan untuk mencegah pencoklatan adalah natrium metabisulfit,  $\text{CaCO}_3$ , garam dapur (NaCl), dan asam sitrat atau asam askorbat (Wibowo, 2017).

Penggunaan sulfit mampu mencegah terjadinya reaksi *browning* dengan cara mereduksi secara langsung hasil oksidasi quinon menjadi senyawa fenolat sebelumnya. Senyawa sulfit mampu menghambat reaksi pencoklatan enzimatik, karena terhambat oleh enzim fenolase yang tinggi dan irreversibel, sehingga tidak memungkinkan adanya regenerasi fenolase (Negri, 2016).

#### **2.4. Pati Tapioka**

Pati tapioka berasal dari ubi kayu (*Manihot esculenta Crantz*) yang diekstraksi patinya dengan mengepres umbi yang telah diparut, diendapkan dan dikeringkan melalui penjemuran matahari atau pengeringan buatan dengan oven bersuhu  $60^\circ\text{C}$  (Syamsir, dkk., 2012). Ubi kayu dapat dibuat pati tapioka karena ubi kayu merupakan umbi-umbian yang mengandung karbohidrat tinggi dengan kadar amilosa yang rendah dan amilopektin yang tinggi. Karbohidrat yang tinggi pada ubi kayu ternyata merupakan sifat yang tidak dimiliki oleh umbi-umbian lainnya

sehingga ubi kayu dapat dimanfaatkan secara luas dan salah satunya adalah diolah menjadi pati tapioka (Rismayani, 2007).

Pati tapioka mempunyai manfaat sebagai pengental, pengental dan mempunyai kemampuan mengembang yang tinggi dibanding dengan jenis tepung lainnya. Karena pati tapioka mengandung amilosa 17% dan amilopektin 83% dengan ukuran granula 3-3,5 $\mu$  sehingga proses penyerapan air selama pemasakan juga meningkat (Utomo, dkk., 2013). Sedangkan menurut Syamsir, dkk. (2012), proses ekstraksi tapioka yang relatif mudah, sifat patinya yang unik dan flavornya netral menyebabkan tapioka banyak digunakan sebagai komposisi aditif industri pengolahan pangan.

Proses pembuatan beras analog ini meliputi pati yang akan digunakan dibuat *gel* terlebih dahulu, pati tapioka memiliki kemampuan membentuk *gel* karena adanya amilosa yang dapat membentuk *gel* yang kuat melalui proses gelatinisasi. Gelatinisasi adalah suatu proses pembentukan *gel* yang bermula dari pembengkakan granula pati karena penyerapan air selama pemanasan. Granula pati memiliki sifat yang tidak dapat larut dalam air dingin, namun dapat mengembang dengan adanya air panas. Pengembangan yang terjadi pada granula pati tersebut bersifat bolak-balik (*reversible*) apabila berada di bawah suhu gelatinisasi dan akan berubah menjadi tidak bolak-balik (*irreversible*) apabila telah mencapai bahkan melewati suhu gelatinisasi (Andhika, 2017).

## **2.5. Tepung Mocaf**

*Mocaf* atau *Modified Cassava Flour* merupakan salah satu jenis produk tepung yang terbuat dari bahan baku ubi kayu dan diproses menggunakan prinsip

modifikasi sel ubi kayu secara fermentasi (Bendri, 2019). Mikroba yang mendominasi pada proses fermentasi *mocaf* yaitu mikroba Bakteri Asam Laktat (BAL). BAL yang tumbuh menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel singkong sehingga terjadi liberasi granula pati. Selain itu, mikroba tersebut juga menghasilkan enzim-enzim yang dapat menghidrolisis atau mendegradasi gula yang terkandung dalam media pertumbuhannya menjadi gula yang lebih sederhana serta mengubahnya menjadi asam laktat, mendegradasi protein dan peptida menjadi asam amino. Proses perubahan senyawa tersebut akan menyebabkan perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan berupa naiknya viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi dan kemudahan larut. Selanjutnya, granula pati akan mengalami hidrolisis yang menghasilkan monosakarida untuk bahan baku dalam menghasilkan asam-asam organik. Senyawa asam ini akan menghasilkan aroma dan cita rasa khas yang dapat menutupi aroma dan cita rasa khas ubi kayu yang cenderung kurang disukai oleh konsumen (Ramadhani, 2017).

Tepung *mocaf* dapat digunakan sebagai bahan baku suatu produk pangan, baik substitusi ataupun seluruhnya. Tepung *mocaf* memiliki keunggulan untuk kesehatan antara lain, memiliki kandungan serat terlarut (*soluble fiber*) yang jauh lebih banyak dibandingkan dengan tepung galek, memiliki kandungan mineral (kalsium) yang lebih tinggi dibandingkan padi dan gandum, memiliki daya kembang yang setara dengan gandum tipe II (kadar protein menengah), dan bebas gluten. Kandungan serat pada tepung *mocaf* dapat memberikan efek prebiotik yang membantu pertumbuhan mikroba baik di dalam perut sehingga cocok dikonsumsi

untuk penderita diabetes. Ketiadaan gluten pada tepung *mocaf* juga menjadikan produk yang dihasilkan baik bagi penderita autis dan mencegah alergi yang terkadang muncul akibat mengkonsumsi gluten. serta memiliki daya cerna yang jauh lebih baik dan cepat dibandingkan dengan pati tapioka. (Damayanti, 2014).

Menurut Edam (2017) pada penelitiannya, berdasarkan hasil analisis perbandingan rasio amilosa dan amilopektin tepung singkong menunjukkan bahwa modifikasi secara fermentasi mempengaruhi rasio amilosa:amilopektin yaitu dapat menaikkan kadar amilosa dari tepung singkong. Terjadinya peningkatan amilosa diduga karena telah terjadi degradasi amilopektin menjadi amilosa. Peningkatan amilosa karena disebabkan oleh terjadinya pemotongan struktur cabang dari amilopektin (*debranching*) menghasilkan oligomer dengan derajat polimer lebih pendek seperti amilosa.

## **2.6. Design Expert**

*Design expert* merupakan salah satu *software* yang digunakan pada penelitian ini. Seperti yang dijelaskan oleh Tiaraswara (2015) yang menyatakan bahwa *Design expert* menyajikan beberapa desain pilihan dengan fungsi sebagai berikut :

1. *Faktorial design*, menu *factorial design* merupakan menu *design expert* yang berfungsi untuk mengidentifikasi faktor-faktor esensial yang mempengaruhi proses atau produk, kemudian dapat dilakukan pembetulan.
2. *Respon Surface methodology (RSM)*, menu RSM merupakan menu *design expert* yang berfungsi untuk mengoptimasi proses, sehingga bisa dicapai kinerja yang optimum.

3. Teknik Desain Campuran (*Mixture*), menu *mixture* merupakan pilihan dari menu *design expert* yang berfungsi untuk mengoptimalisasi formula sehingga didapatkan formula yang optimal.
4. Gabungan desain (*Combined*), menu *combined* merupakan menu gabungan variabel proses yang digunakan untuk memadukan variabel proses, komponen campuran dan faktor kategori dalam suatu desain. Menu *combined* ini juga sering disebut sebagai pilihan menu *design expert* yang berfungsi untuk mengoptimalisasi formula dan proses sehingga didapatkan formula dan pemilihan proses yang optimal.

Menu *design expert* yang digunakan pada penelitian ini yaitu menu *mixture D-optimal*. Menu ini mempunyai kelebihan yaitu dapat memperlihatkan signifikan dan tidaknya suatu model dengan respon dan program ini lebih efisien jika dibandingkan dengan rancangan RAK dan RAL (Kurnia, 2013).

*Mixture Design* digunakan untuk menentukan formulasi yang optimal. Dalam percobaannya, faktor-faktor independen memiliki proporsi komponen yang berbeda dari suatu campuran. Metode *D-Optimal* dalam *Mixture Design* merupakan pilihan desain dari *mixture* yang bersifat fleksibel, yang digunakan dalam konsentrasi variabel berubah yang berbeda. Cara kerjanya sama seperti RSM. Titik desain yang dipilih untuk meminimalkan varian terkait dengan perkiraan koefisien dalam model yang ditentukan. Ruang desain ditentukan oleh kendala tingkat rendah dan tinggi untuk setiap faktor dan kendala multifaktorial, yang dirancang untuk mengabaikan variabel tetap dan menentukan kombinasi variabel berubah. Rentang variabel berubah dimasukkan kedalam *Mixture Design D-Optimal* (Ali, 2017).

*Design Expert v13* menyajikan ringkasan data berupa model matematika yang sesuai dan disarankan untuk respon yang diuji, kemudian hasilnya akan ditampilkan pada *tab fit summary, model, ANOVA, Diagnostics, dan Model Graphs* (Stat-Ease, 2021).

*Tab Fit Summary, Design Expert v13* menyajikan ringkasan data berupa model matematika yang sesuai dan disarankan untuk respon yang diuji. Untuk detail lebih lanjut dapat dilihat pada *sub tab Sequential Model Sum of Squares [Type I]* yang merupakan hasil analisis dari respon rata-rata dan merupakan model *default*; *sub tab Lack of Fit Test* yang berupa tabel yang menunjukkan apakah model memiliki *lack of fit* yang signifikan (tidak baik) ataupun tidak signifikan (baik) dan *sub tab Model Summary Statistics* yang menampilkan beberapa ukuran perbandingan untuk pemilihan model (Stat-Ease, 2021).

*Tab Model, Design Expert v13* menyajikan model yang disarankan untuk dipilih dan digunakan. Namun, peneliti dapat memilih atau mengubah model matematik yang sudah disarankan apabila dirasa kurang sesuai. Detail informasi lebih lanjut mengenai model yang dipilih dapat dilihat pada *tab ANOVA (Analysis of Variance)* (Stat-Ease, 2021).

*Tab ANOVA, Design-Expert v13* menyajikan informasi lebih detail mengenai model yang dipilih. Suatu respon akan dinyatakan signifikan apabila nilai "*Prob > F*" dengan taraf signifikansi 5% pada hasil analisis produk lebih kecil atau sama dengan 0,05; sedangkan apabila nilai "*Prob > F*" hasil analisis lebih besar atau melebihi 0,1000 maka dinyatakan tidak signifikan. Pada kriteria model yang valid, hasil dari respon yang dihasilkan harus memiliki signifikansi model yang

signifikan (*significant*) dengan *lack of fit* (kekurangan) yang harus tidak signifikan (*not significant*). Selain itu, juga perlu dilakukan perbandingan antara nilai *Adjusted R<sup>2</sup>* dan *Predicted R<sup>2</sup>* dengan selisih di antara keduanya harus  $< 0,2$  dan nilai *Adequate Precision* yang mengukur rasio sinyal terhadap *noise* harus  $> 4$  yang dapat dilihat pada *sub tab Fit Statistics*. Semua kriteria tersebut diperlukan untuk melihat validitas dari model matematik aktual yang diperoleh. Dan informasi mengenai estimasi koefisien dapat dilihat pada *sub tab Coefficients* (Stat-Ease, 2021).

Tab *Diagnostics, Design Expert v13* menyajikan informasi mengenai diagnosa dari properti statistik pada model dengan plot probabilitas normal dari residual muncul di panel pertama secara *default*. Langkah ini dilakukan untuk melihat apakah respon benar mendekati garis *fitting model* atau tidak. Titik data yang baik harus berbentuk kurang lebih secara linier. Pola yang *non*-linier (seperti kurva berbentuk S) menandakan adanya *error* yang dapat dikoreksi dengan transformasi (Stat-Ease, 2021).

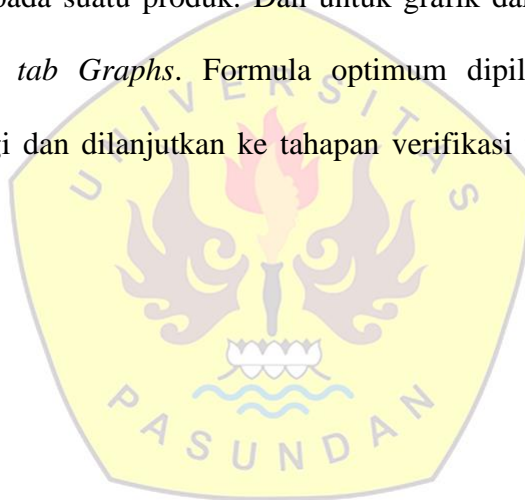
Tab *Model Graphs, Design Expert v13* menyajikan model grafik hasil respon dengan plot kontur 2D sebagai *default* dengan warna bertingkat. Pada model grafik, *software* menampilkan titik aktual yang ada pada desain. Pada opsi ini, peneliti dapat melihat plot respon yang dipilih sebagai fungsi dari total komponen campuran. Selain kontur 2D, model grafik dapat dilihat dalam bentuk *Trace Plot*, *Two Component*, *Real Contour*, *Pred vs. Actual*, dan *3D Surface* (Stat-Ease,2021).

Analisis ragam dan penyusunan model matematika dilanjutkan dengan tahap optimasi respon. Respon ditargetkan sesuai dengan kriteria yang diinginkan.



Masing-masing respon diberikan bobot *importance* yang dipilih mulai dari 1 (+) hingga 5 (+++++) tergantung kriteria yang diinginkan, semakin tinggi tanda positif yang diberikan menunjukkan tingkat kepentingan variabel respon semakin tinggi (Ali, 2017).

Program *Design Expert* mengusulkan solusi formula optimum dengan nilai *desirability* yang diinginkan antara 0 – 1. Semakin tinggi nilai *desirability* maka semakin baik kesesuaian formula yang dihasilkan. Namun, tujuan proses optimasi bukanlah untuk mendapatkan *desirability* bernilai 1, tetapi untuk mendapatkan kombinasi terbaik pada suatu produk. Dan untuk grafik dari proses optimalisasi dapat dilihat pada *tab Graphs*. Formula optimum dipilih berdasarkan nilai *desirability* tertinggi dan dilanjutkan ke tahapan verifikasi formula terpilih (Ali, 2017).



### III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan menguraikan mengenai : (3.1) Bahan dan Alat, (3.2) Metode Penelitian, (3.3) Prosedur Penelitian, (3.4) Diagram Alir Penelitian, dan (3.5) Jadwal Penelitian.

#### 3.1. Bahan dan Alat Penelitian

##### 3.1.1. Bahan–Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada proses pembuatan beras analog berbasis tepung kentang (*Solanum tuberosum L.*) dengan penambahan *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* yaitu, kentang varietas granola dengan mutu atau *grade* D yang diameternya kurang dari 4,5 cm yang didapatkan dari perkebunan Pangalengan, Jawa Barat, natrium metabisulfit, aquadest, *gel* pati tapioka, tepung *mocaf*, air dan minyak kelapa sawit.

Bahan yang digunakan untuk analisis dalam penelitian yaitu aquadest, larutan *Luff Schoorl*, larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  6N, Kalium Iodida, larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,1 N, amilum, larutan HCl 9,5 N, indikator phenophthalein, NaOH 30%, larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,3N, larutan  $\text{CHCl}_3$ , larutan NaOH 0,3 N, dan alkohol 70%.

##### 3.1.2. Alat-Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada proses pembuatan tepung kentang yaitu pisau, baskom, *slicer*, neraca digital, botol aquadest, botol timbang, batang pengaduk, labu takar, corong, saringan, *tray*, *cabinet dryer*, mesin penggiling (FOMAC), *vibratory screen* 80 *mesh*, plastik tahan panas, dan kuas.

Alat yang digunakan pada proses pembuatan beras analog berbasis tepung kentang (*Solanum tuberosum L.*) dengan penambahan *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* yaitu baskom, pisau, sendok, spatula plastik, gelas ukur, panci kukusan, plastik tahan panas, parutan, *cabinet dryer* dan neraca digital.

Alat yang digunakan untuk analisis dalam penelitian yaitu *Rapid Visco Analyzer*, *beaker glass*, *thermometer*, saringan, kompor, cawan uap, tang krus, lemari pengering (105°C), neraca digital, eksikator, alu dan mortar, botol timbang, spatula, corong, botol aquadest, labu takar 100 ml dan 250 ml, batang pengaduk, labu erlenmeyer, pipet tetes, pipet berukuran, pipet seukuran, *filler*, refluks dan penangas air, klem dan statif, buret, gelas kimia, *hot plate*, *centrifuge*, kertas saring, dan kertas lakmus.

### **3.2. Metode Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *mixture D-optimal*. Penentuan formulasi optimum pada pembuatan beras analog berbasis tepung kentang (*Solanum tuberosum L.*) dengan penambahan *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* terdiri dari dua tahap yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama.

#### **1. Penelitian Pendahuluan**

Penelitian pendahuluan yang dilakukan yaitu membuat tepung dari bahan baku kentang varietas granola dengan mutu atau *grade* D yang diameternya kurang dari 4,5 cm yang kemudian dianalisis respon fisiknya berupa uji amilografi dan juga respon kimianya yaitu analisis kadar air. Kemudian pati tapioka dan tepung *mocaf*

yang akan digunakan sebagai variabel bebas dalam penelitian ini juga dianalisis respon fisiknya berupa uji amilografi dan juga dianalisis respon kimia kadar air.

## 2. Penelitian Utama

Penentuan formulasi optimum beras analog berbasis tepung kentang (*Solanum tuberosum L.*) dengan penambahan *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* terdiri dari lima tahap, yaitu tahap pembuatan rancangan formulasi dan respon, tahap formulasi, tahap analisis respon, tahap optimasi dan tahap verifikasi.

### 1.) Tahap Pembuatan Rancangan Formulasi dan Respon

Tahap pembuatan rancangan formulasi dan respon dilakukan dengan program *Design Expert* untuk menentukan variabel tetap dan variabel bebas. Variabel tetap adalah variabel yang nilainya dibuat sama dalam tiap perlakuan karena dianggap tidak mempengaruhi respon. Sedangkan variabel bebas adalah variabel yang akan mempengaruhi respon yang dihasilkan. Penentuan variabel bebas diperoleh berdasarkan kajian peneliti sebelumnya dan dilakukan *trial and error* untuk menentukan batas minimum dan maksimum. Lalu menentukan respon yang akan diukur yang mempunyai fungsi dari komponen-komponen penyusun produk (Nurmiah, 2013)

Tabel 5. Variabel Tetap dalam Pembuatan Beras Analog

| No.                      | Nama Bahan          | Jumlah (%)    |
|--------------------------|---------------------|---------------|
| 1.                       | Air                 | 10.00         |
| 1.                       | Minyak Kelapa Sawit | 5.00          |
| <b>Total</b>             |                     | <b>15.00</b>  |
| <b>Variabel Bebas</b>    |                     | <b>85.00</b>  |
| <b>Total Keseluruhan</b> |                     | <b>100.00</b> |

Tabel 6. Variabel Bebas dalam Pembuatan Beras Analog

| No. | Nama Bahan              | Batas Bawah ( <i>Low</i> ) (%) | Batas Atas ( <i>High</i> ) (%) |
|-----|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1.  | Tepung Kentang          | 37.00                          | 45.00                          |
| 2.  | <i>Gel</i> Pati Tapioka | 33.00                          | 43.00                          |
| 3.  | Tepung <i>Mocaf</i>     | 5.00                           | 7.00                           |

Penentuan formulasi pada penelitian utama dilakukan *trial and error*.

Penelitian dengan rancangan perlakuan persentase tepung kentang, *gel* pati tapioka, tepung *mocaf*, air, dan minyak kelapa sawit dari modifikasi formulasi pada penelitian Korompis pada tahun 2016.

Respon yang akan digunakan antara lain respon fisik (uji rehidrasi) respon kimia (kadar air, kadar pati, dan kadar serat kasar) dan respon organoleptik (warna, aroma, rasa, dan tekstur).

## 2.) Tahap Formulasi

Tahap formulasi yaitu tahap pembuatan beras analog berbasis tepung kentang (*Solanum tuberosum L.*) dengan penambahan *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* sesuai dengan kondisi proses (formula).

## 3.) Tahap Analisis Respon

Tahap analisis respon ini tahap dimana setiap variabel respon kemudian dianalisa ANOVA satu persatu. Model ANOVA yang digunakan dapat dipilih sesuai yang disarankan oleh program yaitu model yang memiliki tingkat tertinggi dan menghasilkan nilai signifikan ANOVA. Model ANOVA yang terdapat pada *design* ini adalah *Linear*, *Quadratic*, *Special Cubic*, dan *Cubic*. Model yang memberikan signifikan pada ANOVA dan tidak signifikan pada *lack of fit* dipilih untuk menganalisis variabel. Selain itu, program *Design Expert* juga memberikan fasilitas *plot* kenormalan residual (*normal plot of residual*) yang mengindikasikan apakah residual (selisih antara respon aktual dengan nilai respon yang

diprediksikan) mengikuti garis kenormalan (garis lurus). Titik-titik data yang semakin mendekati garis kenormalan menunjukkan data yang menyebar normal, yang berarti hasil aktual akan mendekati hasil yang diprediksikan oleh program *Design Expert* (Nurmiah, 2013). Selain program *plot* kenormalan, program *Design Expert* juga dapat menyelesaikan persamaan polinomial dimana persamaan tersebut dapat ditampilkan dalam suatu *contour plot* yang berupa gambar dua dimensi (2-D) maupun grafik tiga dimensi (3-D) sehingga dapat menggambarkan bagaimana kombinasi antar komponen saling mempengaruhi nilai respon (Nurul, 2018).

#### 4.) Tahap Optimasi

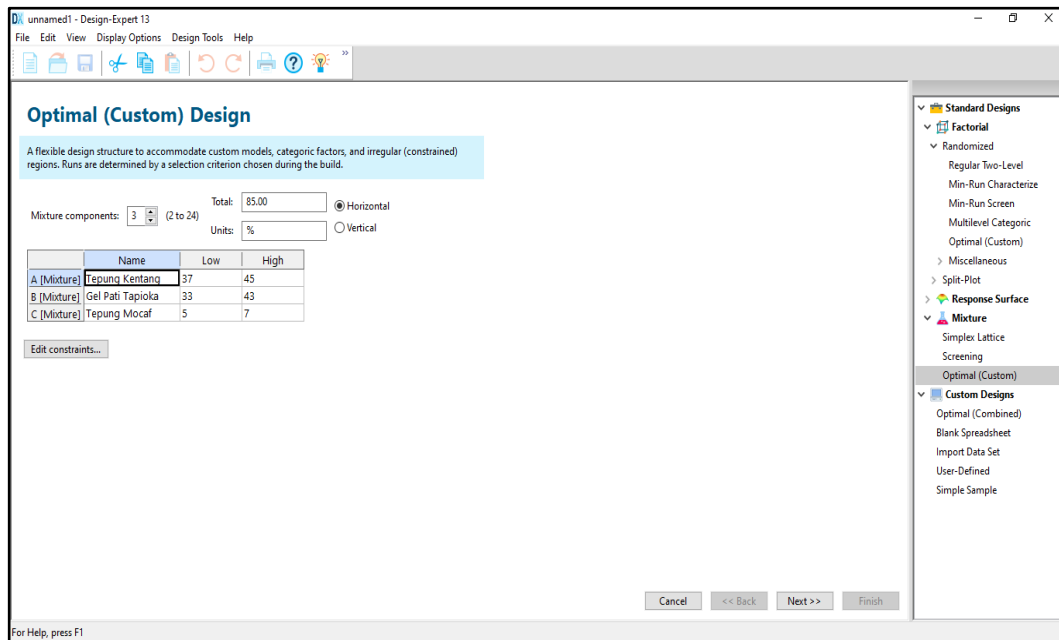
Tahap optimasi, masing-masing respon ditentukan tujuan optimasinya dalam program *Design Expert*. Program ini akan melakukan optimasi sesuai data variabel dan data pengukuran respon yang dimasukkan. Keluaran dari tahap optimasi adalah rekomendasi beberapa formula baru yang optimal menurut program. Formula paling optimal adalah formula dengan nilai *desirability* maksimum. Nilai *desirability* merupakan nilai fungsi tujuan optimasi yang menunjukkan kemampuan program untuk memenuhi keinginan berdasarkan kriteria yang ditetapkan pada produk akhir. Kisaran nilainya dari 0 sampai 1,0. Nilai *desirability* yang semakin mendekati nilai 1,0 menunjukkan kemampuan program untuk menghasilkan produk yang dikehendaki semakin sempurna. Tujuan optimasi bukan untuk memperoleh nilai *desirability* 1,0, namun untuk mencari kondisi terbaik yang mempertemukan semua fungsi tujuan (Nurmiah, 2013).

## 5.) Tahap Verifikasi

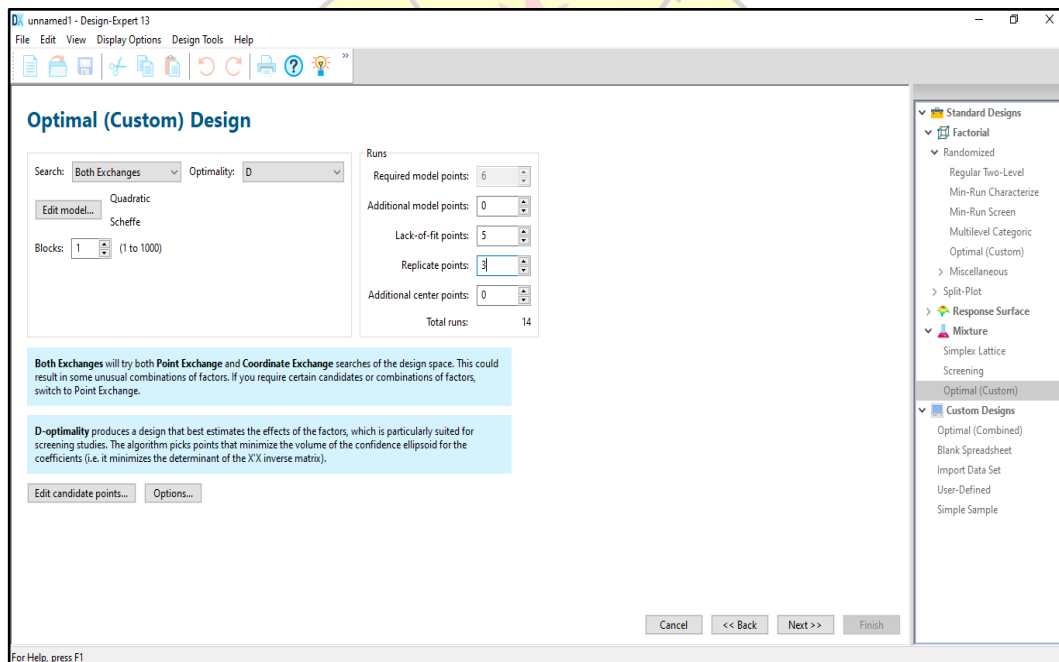
Setelah diperoleh kondisi proses optimum, dilanjutkan ke tahapan verifikasi, yaitu dilakukan pengolahan dan analisis beras analog berbasis tepung kentang (*Solanum tuberosum L.*) dengan penambahan *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* sesuai dengan formulasi terbaik yang didapatkan dari hasil optimasi *Design Expert* metode *D-Optimal*. Verifikasi dilakukan dengan dua kali ulangan. Hasil yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan nilai variabel respon yang diprediksi oleh *Design Expert* metode *D-Optimal* yang telah dilengkapi dengan prediksi nilai setiap respon sehingga dapat dilihat kesesuaiannya pada tahapan verifikasi (Nurmiah, 2013).

Prosedur penelitian utama menggunakan *Design Expert* metode *D-Optimal* yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Bahan baku yang ditambahkan merupakan variabel bebas pada *mixture component* yaitu tepung kentang, tepung *mocaf*, dan pati tapioka dengan jumlah total variabel bebas dari bahan keseluruhan yang dilihat dari sisa variabel tetap.
- b. Masukkan batas minimal dan maksimal untuk penggunaan bahan baku (variabel bebas) berupa tepung kentang, *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf*, pada kolom *low* dan *high*.



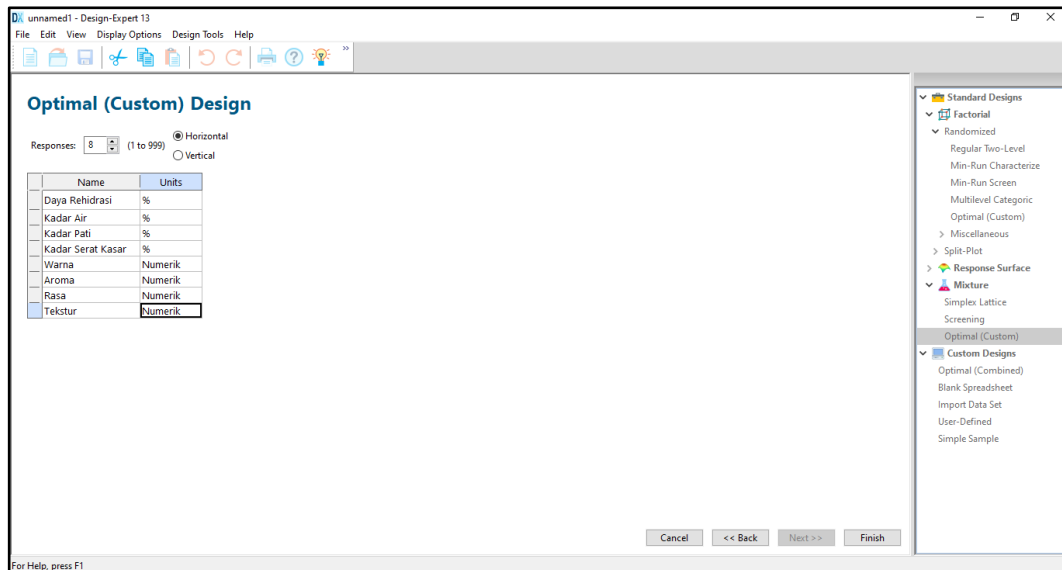
Gambar 3. Batasan Variabel Bebas



Gambar 4. Laporan Input Data (Beras Analog)



c. Masukkan jumlah respon yang akan dianalisis dalam suatu unit yang dibutuhkan.



Gambar 5. Jenis Respon yang digunakan Pada Penelitian

d. Dari hasil data yang diuraikan langkah diatas, dihasilkan sebanyak 14 formulasi dengan 3 variabel bebas yaitu tepung kentang, *gel* pati tapioka, tepung *mocaf* dan 8 respon yaitu respon fisik (daya rehidrasi) respon kimia (kadar air, kadar pati, dan kadar serat kasar) dan respon organoleptik (warna, aroma, rasa, dan tekstur).

| Run | Component 1<br>A: Tepung Kentang<br>% | Component 2<br>B: Gel Pati Tapioka<br>% | Component 3<br>C: Tepung Mocaf<br>% | Response 1<br>Daya Rehidrasi<br>% | Response 2<br>Kadar Air<br>% | Response 3<br>Kadar Pati<br>% | Response 4<br>Kadar Serat Kasar<br>% | Response 5<br>Warna<br>Numerik | Response 6<br>Aroma<br>Numerik | Response 7<br>Rasa<br>Numerik | Response 8<br>Tekstur<br>Numerik |
|-----|---------------------------------------|---|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| 1   | 41.00                                 | 37.00                                   | 7.00                                |                                   |                              |                               |                                      |                                |                                |                               |                                  |
| 2   | 45.00                                 | 34.00                                   | 6.00                                |                                   |                              |                               |                                      |                                |                                |                               |                                  |
| 3   | 39.00                                 | 40.50                                   | 5.50                                |                                   |                              |                               |                                      |                                |                                |                               |                                  |
| 4   | 37.00                                 | 43.00                                   | 5.00                                |                                   |                              |                               |                                      |                                |                                |                               |                                  |
| 5   | 43.00                                 | 35.50                                   | 6.50                                |                                   |                              |                               |                                      |                                |                                |                               |                                  |
| 6   | 45.00                                 | 33.00                                   | 7.00                                |                                   |                              |                               |                                      |                                |                                |                               |                                  |
| 7   | 37.00                                 | 42.00                                   | 6.00                                |                                   |                              |                               |                                      |                                |                                |                               |                                  |
| 8   | 41.00                                 | 39.00                                   | 5.00                                |                                   |                              |                               |                                      |                                |                                |                               |                                  |
| 9   | 37.00                                 | 41.00                                   | 7.00                                |                                   |                              |                               |                                      |                                |                                |                               |                                  |
| 10  | 45.00                                 | 35.00                                   | 5.00                                |                                   |                              |                               |                                      |                                |                                |                               |                                  |
| 11  | 41.00                                 | 38.00                                   | 6.00                                |                                   |                              |                               |                                      |                                |                                |                               |                                  |
| 12  | 37.00                                 | 41.00                                   | 7.00                                |                                   |                              |                               |                                      |                                |                                |                               |                                  |
| 13  | 45.00                                 | 35.00                                   | 5.00                                |                                   |                              |                               |                                      |                                |                                |                               |                                  |
| 14  | 45.00                                 | 33.00                                   | 7.00                                |                                   |                              |                               |                                      |                                |                                |                               |                                  |

Gambar 6. Rancangan Formulasi dan Respon Beras Analog

- e. Masukkan data hasil penelitian yang telah didapatkan dari 14 formulasi dengan 3 variabel bebas yaitu tepung kentang, *gel* pati tapioka, tepung *mocaf* dan dan 8 respon yaitu respon fisik (daya rehidrasi) respon kimia (kadar air, kadar pati, dan kadar serat kasar) dan respon organoleptik (warna, aroma, rasa, dan tekstur).
- f. Proses selanjutnya yaitu melakukan analisis pada setiap respon dengan memilih menu untuk memulai analisis (*start analysis*).
- g. Amati dan pahami pada hasil perhitungan dari tabel anava apakah hasil model *significant* atau *not significant*.
- h. Amati hasil dari grafik *normal plot* pada menu *diagnostic* yang bertujuan untuk mempresentasikan perbedaan antara nilai respon faktual yang diprediksikan mengikuti garis kenormalan (garis lurus) (Wahyudi, 2012).
- i. Langkah selanjutnya yaitu mengamati *model graphs* pada jenis *contour* yang bertujuan untuk melihat hubungan dari seluruh *variable* bebas pada suatu respon.
- j. Proses selanjutnya yaitu melakukan tahap optimasi secara *numerical* dimana pada setiap respon harus disesuaikan tujuan (*goals*), apakah tujuan dari respon tersebut mencari nilai maksimum, minimum atau dalam batas tertentu (*In Range*). Selain itu pada tahap ini juga harus menentukan nilai dari kepentingan (*Importance*) yang memiliki rentan skala dari (+) hingga (+ + + + +). Berikut merupakan tabel mengenai tujuan dan nilai kepentingan pada tahap optimalisasi formula beras analog yang akan diteliti.

Tabel 7. *Goals* dan *Importance* Pada Respon Dalam Tahapan Optimalisasi Formula

| <b>Respon</b>     | <b>Goals</b>    | <b>Importance</b> |
|-------------------|-----------------|-------------------|
| Daya Rehidrasi    | <i>Maximize</i> | (+++++)           |
| Kadar Air         | <i>Minimize</i> | (+++++)           |
| Kadar Pati        | <i>Maximize</i> | (+++++)           |
| Kadar Serat Kasar | <i>Maximize</i> | (+++)             |
| Warna             | <i>Maximize</i> | (+++++)           |
| Aroma             | <i>Maximize</i> | (+++++)           |
| Rasa              | <i>Maximize</i> | (+++++)           |
| Tekstur           | <i>Maximize</i> | (+++++)           |

k. Setelah didapatkan gambar untuk optimasi secara *numerical* pada suatu respon, tahap selanjutnya yaitu dengan memilih menu solusi (*solution*) dimana pada menu tersebut akan didapatkan beberapa formulasi optimal dan respon yang akan dihasilkan pada formulasi tersebut dengan masing-masing nilai *desirability* yang disarankan oleh aplikasi *design expert* metode *d-optimal* dari nilai terbesar hingga nilai terkecil.

l. Setelah *Design-Expert v13* menghasilkan/merekomendasikan satu formulasi terpilih, lakukan pembuatan produk berdasarkan formula tersebut.

m. Produk yang dihasilkan kemudian dilakukan pengujian respon terhadap respon fisik, kimia, dan organoleptik yang sama seperti yang dilakukan pada tahap pelaksanaan eksperimen.

n. Melakukan perbandingan antara nilai aktual hasil proses verifikasi dengan nilai prediksi yang dihasilkan *software*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kualitas dari produk beras analog yang dihasilkan, apakah sesuai/mendekati prediksi nilai optimum yang dihasilkan oleh *software*.

### 3.2.1. Rancangan Analisis

Persamaan *D-Optimal* bisa didapatkan dari tiga proses yaitu berdasarkan *sequential model sum of squares [Type I]* untuk model yang mempunyai nilai "*Prob > F*" lebih kecil atau sama dengan 0,05 (*significant*), *lack of fit test* untuk model yang mempunyai nilai "*Prob > F*" lebih besar atau sama dengan 0,05 (*not significant*), dan model *summary statistic*. Model terbaik dapat ditentukan dengan parameter *adjusted R-Square* dan *Predicted R-Squared* maksimum. Program *Design Expert* menggunakan kolom *summary* untuk memilih model terbaik (Zulkarnain, 2019).

Analisis ragam dan penyusunan model matematika dilanjutkan dengan tahap optimasi respon. Respon ditargetkan sesuai dengan kriteria yang diinginkan. Masing-masing respon diberikan bobot *importance* yang dipilih mulai dari 1 (+) hingga 5 (+++++) tergantung kriteria yang diinginkan, semakin tinggi tanda positif yang diberikan menunjukkan tingkat kepentingan variabel respon semakin tinggi (Ali, 2017).

Formula paling optimal adalah formula dengan nilai *desirability* maksimum. Nilai *desirability* merupakan nilai fungsi tujuan optimasi yang menunjukkan kemampuan program untuk memenuhi keinginan berdasarkan kemampuan kriteria yang ditetapkan pada produk akhir. Kisaran nilainya dari 0 sampai 1,0. Nilai *desirability* yang semakin mendekati nilai 1,0 menunjukkan kemampuan program untuk menghasilkan produk yang dikehendaki semakin sempurna (Nurtama, dkk., 2013). Kesesuaian antara hasil aktual dengan hasil yang diprediksikan pada program *Design Expert* dapat dilihat melalui grafik *plot*

kenormalan *Internally Studentized Residual*. *Plot* kenormalan *Internally Studentized Residual* adalah besarnya standar deviasi yang memisahkan nilai respon aktual dengan yang diprediksikan (Wahyudi, 2012). *Plot* kenormalan mengindikasikan residual (perbedaan antara nilai respon aktual yang diprediksikan) mengikuti garis kenormalan (garis lurus). Semakin mendekati suatu titik-titik (data) dengan garis kenormalan maka akan semakin baik, karena titik-titik (data) tersebut menyebar normal, yang berarti hasil aktual akan mendekati hasil yang diprediksikan program *Design Expert* (Nurul, 2018).

Selain program plot kenormalan, program *Design Expert* juga dapat menyelesaikan persamaan polinomial dimana persamaan tersebut dapat ditampilkan dalam suatu *contour plot* yang berupa gambar dua dimensi (2-D) maupun grafik tiga dimensi (3-D) sehingga dapat menggambarkan bagaimana kombinasi antar komponen saling mempengaruhi nilai respon (Nurul, 2018).

### **3.2.2. Rancangan Respon**

Rancangan respon yang dilakukan pada penelitian utama untuk produk beras analog berbasis tepung kentang (*Solanum tuberosum L.*) dengan penambahan gel pati tapioka dan tepung *mocaf* meliputi :

1. Respon Fisik

Respon fisik yang akan dilakukan yaitu daya rehidrasi dengan metode penambahan berat (Ramlah, 1997).

2. Respon Kimia

Respon kimia yang akan dilakukan yaitu kadar air dengan metode gravimetri (Sudarmadji, 1996), kadar pati dengan metode *Luff- Schoorl*

(AOAC, 1995), dan kadar serat kasar dengan metode gravimetri (AOAC, 1995).

### 3. Respon Organoleptik

Respon organoleptik akan dilakukan terhadap warna, aroma, rasa, dan tekstur dari pembuatan beras analog berbasis tepung kentang (*Solanum tuberosum L.*) dengan penambahan *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* yang diujikan kepada panelis untuk dinilai dari masing-masing perlakuan. Respon organoleptik dilakukan berdasarkan tingkat kesukaan panelis dengan menggunakan uji hedonik (Soekarto, 2002).

Tabel 8. Kriteria Skala Hedonik

| Skala Hedonik     | Skala Numerik |
|-------------------|---------------|
| Sangat Suka       | 6             |
| Suka              | 5             |
| Agak Suka         | 4             |
| Agak Tidak Suka   | 3             |
| Tidak Suka        | 2             |
| Sangat Tidak Suka | 1             |

(Sumber : Soekarto, 2022)

### 3.3. Prosedur Penelitian

Prosedur pembuatan pembuatan beras analog berbasis tepung kentang (*Solanum tuberosum L.*) dengan penambahan *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* dilakukan dengan dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama.

#### 1. Prosedur Penelitian Pendahuluan

Pembuatan Tepung Kentang dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

##### 1) Sortasi

Sortasi atau pemilihan bahan bertujuan untuk memisahkan atau memilah kentang yang akan digunakan dalam proses pembuatan tepung

kentang, dalam penelitian ini kentang yang akan digunakan yaitu kentang varietas granola dengan mutu atau *grade* D yang diameternya kurang dari 4,5 cm

2) *Trimming*

*Trimming* bertujuan untuk memisahkan bagian kentang yang terpakai seperti kulit dan bagian yang rusak. Proses *trimming* dilakukan dengan menggunakan pisau. Kentang dipisahkan dari kulit sehingga didapatkan kentang yang utuh.

3) Pencucian

Umbi kentang perlu dicuci terlebih dahulu, pencucian dilakukan untuk membersihkan kotoran dari permukaan umbi kentang sehingga tidak terdapat kontaminan yang menempel dan agar diperoleh produk yang bersih atau memenuhi standar kehygienisan.

4) Pengecilan Ukuran

Umbi kentang diiris menjadi lembaran-lembaran yang tipis dengan lebar 1 mm. Pengecilan ukuran dilakukan untuk memperbesar luas permukaan bahan sehingga mempercepat waktu pengeringan. Semakin luas permukaan yang dapat berhubungan dengan media pemanas, menyebabkan uap air dapat keluar lebih banyak. Sehingga, dengan lapisan bahan yang tipis dapat mengurangi jarak panas yang ditempuh hingga ke pusat bahan pangan sehingga penguapan air dari bahan berlangsung dengan lebih efisien.

5) Perendaman

Perendaman menggunakan natrium metabisulfit yang dilarutkan dengan menggunakan larutan natrium metabisulfit 0,1% selama 45 menit bertujuan sebagai pemutih pada kentang yang telah dilakukan pengecilan ukuran dan digunakan untuk mencegah kerusakan karena reaksi *browning* enzimatis serta bekerja sebagai zat antioksidan.

6) Penirisan

Penirisan bertujuan untuk memisahkan larutan natrium metabisulfit 0,1% dengan kentang.

7) Pencucian

Pencucian menggunakan air mengalir bertujuan untuk membersihkan kentang dari sisa rendaman larutan natrium metabisulfit 0,1%.

8) Pengeringan

Proses pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air dalam kentang sehingga dapat meningkatkan stabilitas bahan pangan, menurunkan aktivitas mikroorganisme dan menghindari terjadinya reaksi fisik dan kimia selama penyimpanan. Proses pengeringan berlangsung pada suhu 60<sup>0</sup>C selama 9 jam. Proses pengeringan ini dilakukan menggunakan *cabinet dryer*.

9) Penggilingan

Penggilingan bertujuan untuk mengecilkan ukuran kentang yang sudah dilakukan pengeringan untuk mendapatkan tepung. Proses penggilingan ini dilakukan menggunakan mesin penggiling FOMAC.



10) Pengayakan

Pengayakan dilakukan menggunakan *vibratory screen* ukuran 80 *mesh*, bertujuan untuk mendapatkan hasil tepung yang seragam.

11) Analisis Fisik

Analisis fisik yang digunakan dalam penelitian pendahuluan ini adalah uji amilografi.

12) Analisis Kimia

Analisis kimia yang digunakan dalam penelitian pendahuluan ini adalah analisis kadar air.

Diagram alir pembuatan tepung kentang dapat dilihat pada Gambar 7.

2. Prosedur Penelitian Utama

Proses pembuatan beras analog pada penelitian utama meliputi tahap-tahap sebagai berikut :

1) Pencampuran I

Bahan-bahan yang terdiri dari tepung kentang, *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* dilakukan proses pencampuran hingga tercampur secara merata. Kemudian ditambahkan air 10% dan campurkan sehingga terbentuk adonan yang homogen.

2) Pencampuran II

Adonan yang telah terbentuk kemudian dilakukan pencampuran dengan menambahkan minyak kelapa sawit 5% supaya adonan terbentuk dengan sempurna.

3) Pencetakan

Adonan yang telah jadi kemudian dicetak dengan menggunakan parutan.

4) Pemotongan

Proses pemotongan dilakukan untuk memotong adonan yang telah dicetak dan menyeragamkan ukuran adonan. Adonan dipotong dengan panjang 1 cm sehingga menyerupai ukuran beras.

5) Pengeringan

Pengeringan dilakukan untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam beras analog dengan suhu pengeringan 70°C selama 5 jam.

6) Analisis Fisik

Analisis fisik yang digunakan dalam pembuatan beras ini adalah daya rehidrasi.

7) Analisis Kimia

Analisis kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah kadar air, kadar pati, dan kadar serat kasar.

8) Perendaman

Proses perendaman dilakukan dengan cara menambahkan air 2 : 1 dengan beras yang telah dilakukan pengeringan. Perendaman dilakukan selama 5 menit dilakukan untuk mempercepat proses pengukusan.

9) Pengukusan

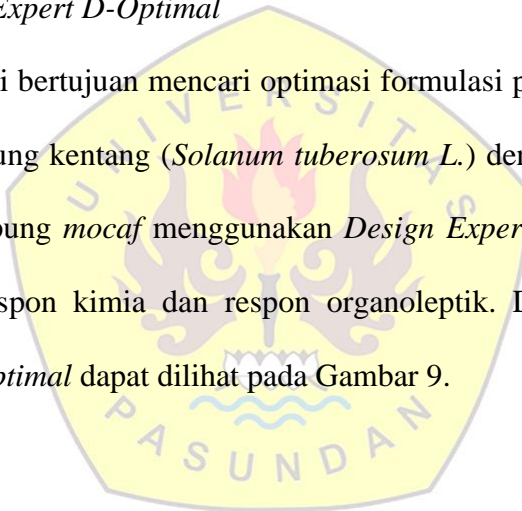
Beras yang telah dilakukan proses perendaman dengan menggunakan air selanjutnya dimasak dengan cara dikukus dengan suhu 100°C selama 15 menit sehingga menjadi nasi.

10) Analisis Organoleptik

Analisis organoleptik dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap warna, aroma, rasa, tekstur. Diagram alir pembuatan beras analog dapat dilihat pada Gambar 8.

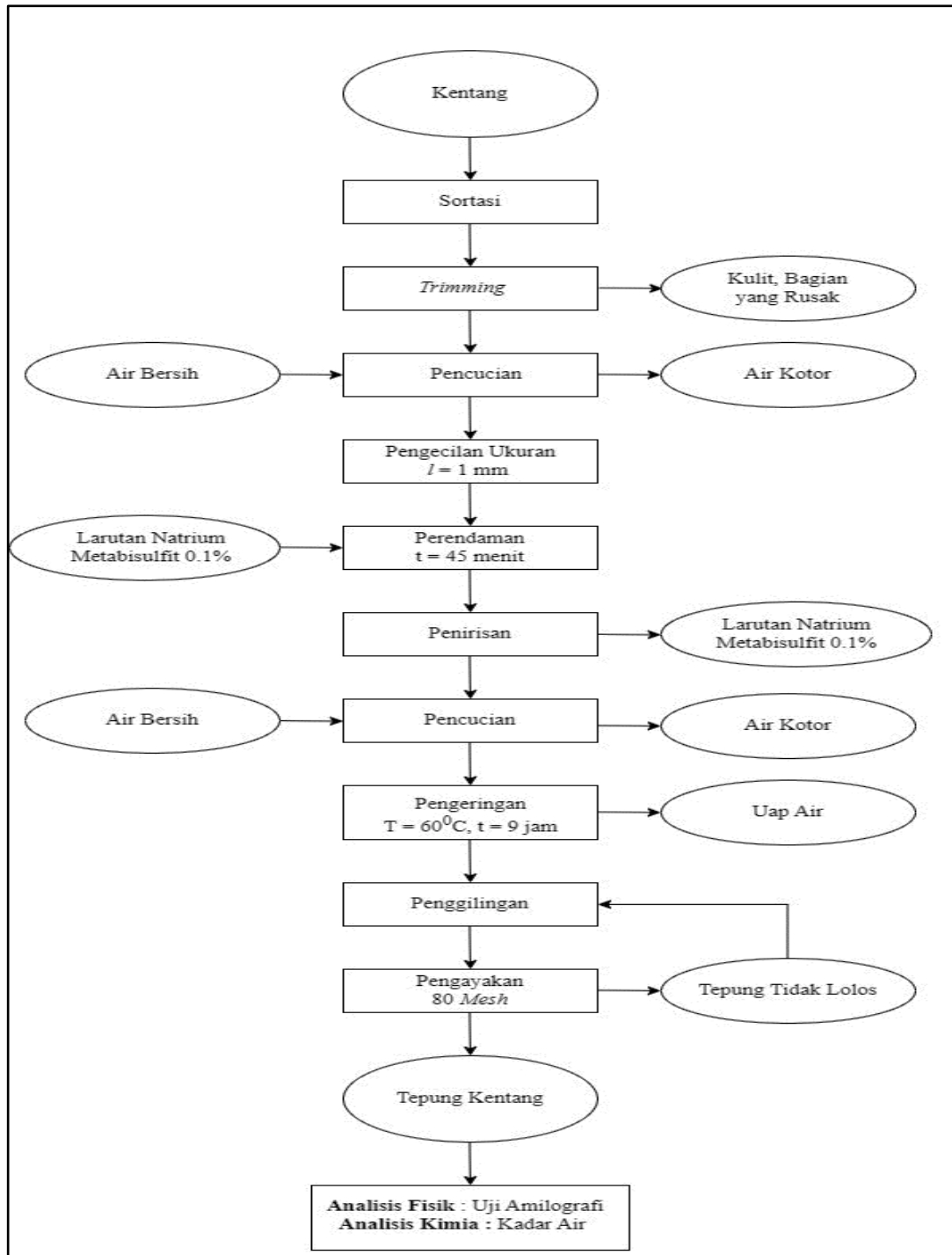
b. Aplikasi *Design Expert D-Optimal*

Penelitian ini bertujuan mencari optimasi formulasi pada pembuatan beras analog berbasis tepung kentang (*Solanum tuberosum L.*) dengan penambahan *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* menggunakan *Design Expert* versi 13 metode *D-Optimal* dengan respon kimia dan respon organoleptik. Diagram alir aplikasi *Design Expert D-Optimal* dapat dilihat pada Gambar 9.



### 3.4. Diagram Alir Penelitian

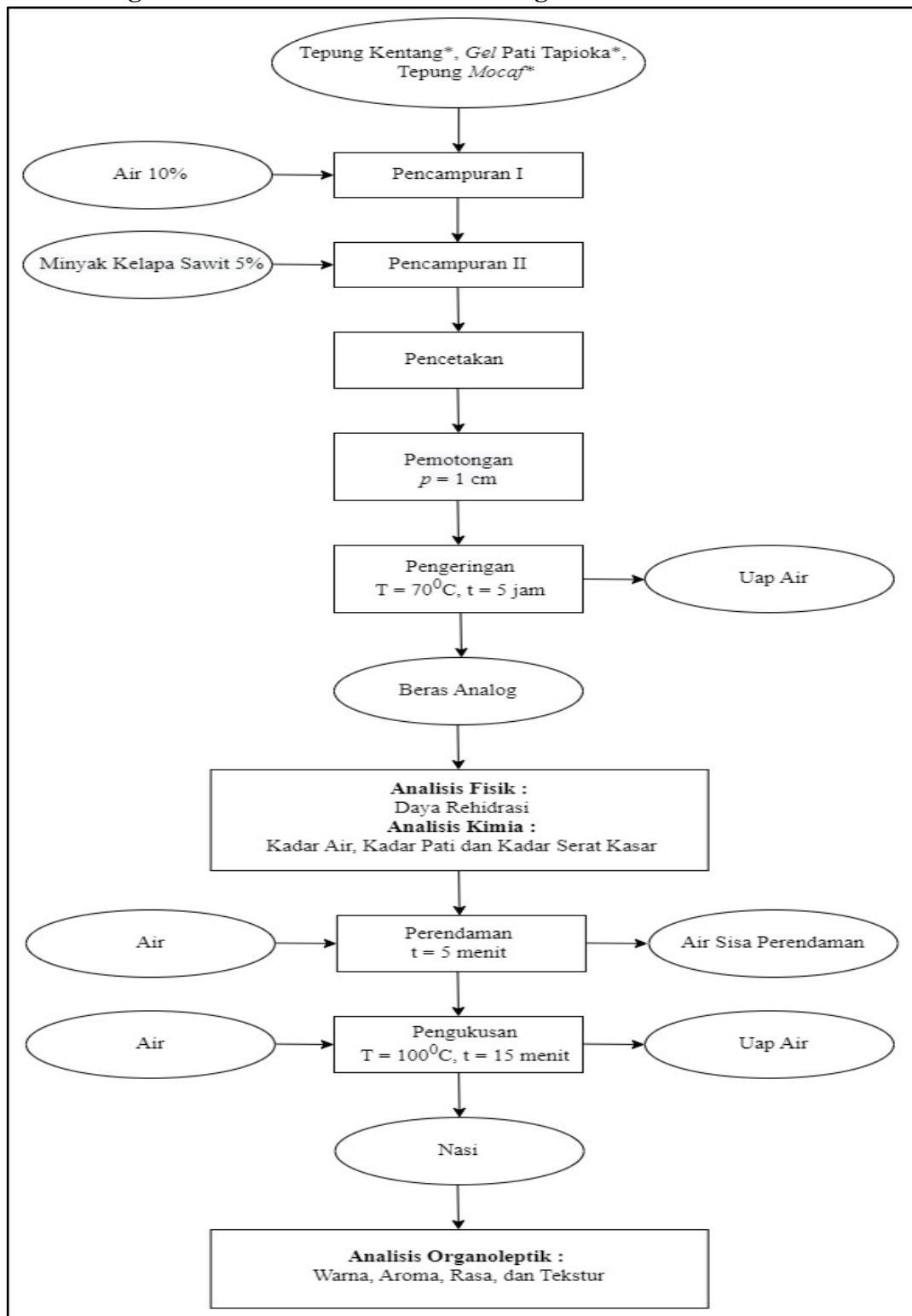
#### 3.4.1. Diagram Alir Pembuatan Tepung Kentang



Gambar 7. Diagram Alir Pembuatan Tepung Kentang

(Sumber : Modifikasi Diagram Alir Yufidasari, 2018)

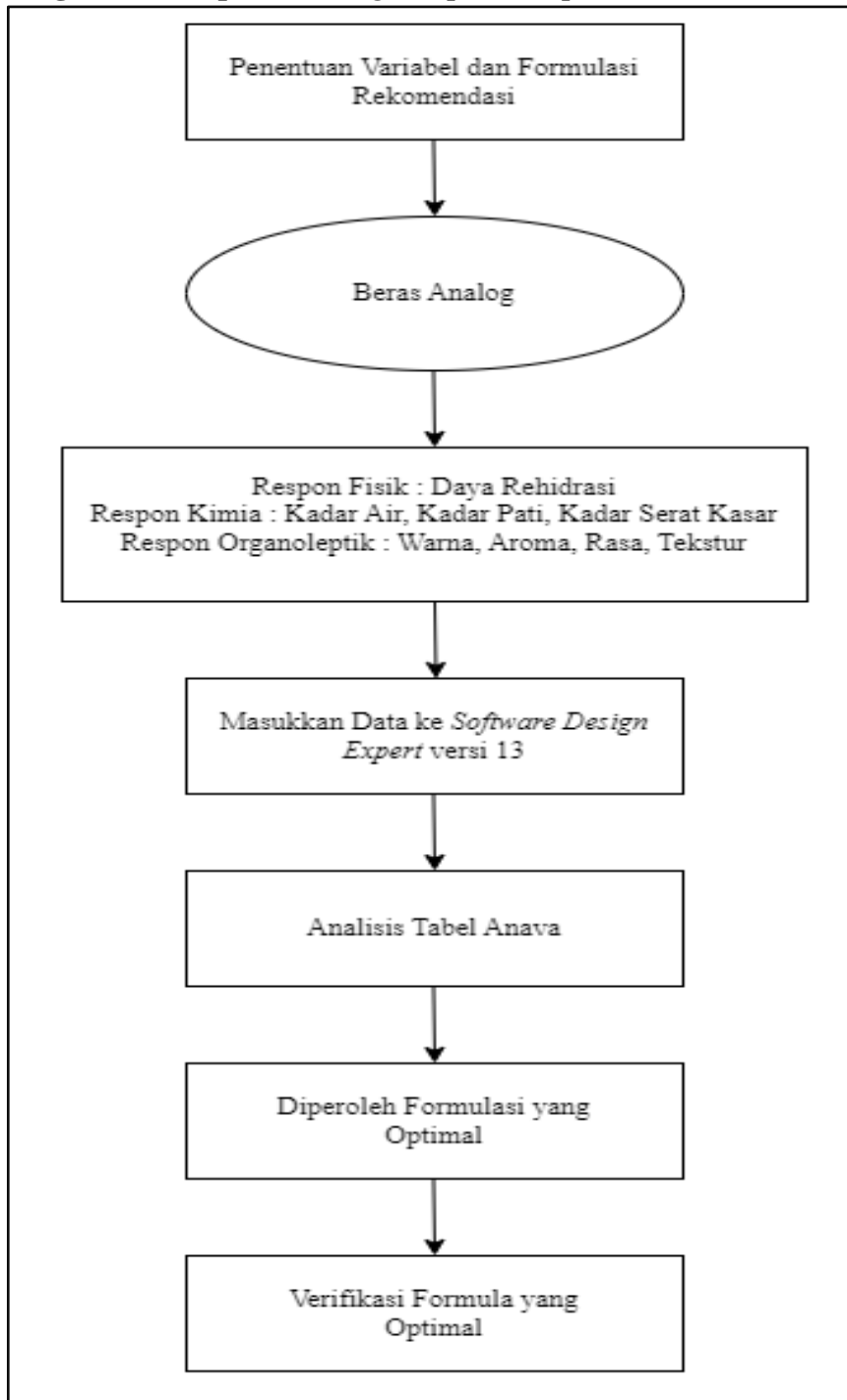
### 3.4.2. Diagram Alir Pembuatan Beras Analog



Gambar 8. Diagram Alir Pembuatan Pembuatan Beras Analog

(Sumber : Modifikasi Diagram Winarti, 2018)

### 3.4.3. Diagram Alir Aplikasi *Design Expert D-Optimal*



Gambar 9. Diagram Alir Aplikasi *Design Expert D-Optimal*

(Sumber : Modifikasi Diagram Alir Alkahfi, 2020)

### 3.5. Jadwal Penelitian

Tabel 9. Rencana Jadwal Penelitian

| <b>Kegiatan</b>                                  | <b>Agustus<br/>2022</b> | <b>September<br/>2022</b> | <b>Oktober<br/>2022</b> | <b>November<br/>2022</b> | <b>Desember<br/>2022</b> | <b>Januari<br/>2023</b> | <b>Februari<br/>2023</b> | <b>Maret<br/>2023</b> |
|--|-------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Penyusunan<br>Proposal dan<br>Bimbingan          |                         |                           |                         |                          |                          |                         |                          |                       |
| Seminar Usulan                                   |                         |                           |                         |                          |                          |                         |                          |                       |
| Penelitian                                       |                         |                           |                         |                          |                          |                         |                          |                       |
| Pengolahan Data<br>dan Penyusunan<br>Tugas Akhir |                         |                           |                         |                          |                          |                         |                          |                       |
| Sidang Tugas<br>Akhir                            |                         |                           |                         |                          |                          |                         |                          |                       |

## IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menguraikan mengenai: (4.1) Penelitian Pendahuluan, dan (4.2) Penelitian Utama.

### 4.1. Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan ini bertujuan untuk menguji kadar air dan uji amilograf pada tepung dari bahan baku kentang varietas granola dengan mutu atau *grade D* yang diameternya kurang dari 4,5 cm, pati tapioka dan tepung *mocaf*. Sifat amilograf pada pati dapat dipengaruhi salah satunya oleh amilosa. Semakin tinggi kandungan amilosa maka akan semakin lama waktu yang digunakan untuk gelatinisasi. Hal ini disebabkan karena amilosa memiliki sifat hidrofilik sehingga semakin tinggi amilosa maka kandungan air pada tepung akan semakin tinggi (Ginting *et al*, 2005)

#### 4.1.1. Kadar Air

Kadar air pada suatu bahan pangan merupakan faktor yang besar pengaruhnya terhadap daya awet suatu bahan pangan olahan. Semakin rendah kadar air maka akan semakin lambat pertumbuhan mikroba sehingga bahan pangan olahan akan tahan lebih lama (Winarno, 1997). Pengujian kadar air ini bertujuan untuk melihat apakah tepung kentang dengan varietas granola dengan mutu atau *grade D* yang diameternya kurang dari 4,5 cm, pati tapioka dan tepung *mocaf* memiliki kadar air yang sama dengan SNI. Adapun hasil pengujian kadar air dapat dilihat pada Tabel 10.



Tabel 10. Hasil Analisis Kadar Air

| No. | Nama Tepung         | Kadar Air (%) |
|-----|---------------------|---------------|
| 1.  | Tepung Kentang      | 7,50%         |
| 2.  | Pati Tapioka        | 10,89%        |
| 3.  | Tepung <i>Mocaf</i> | 10,29%        |

Dilihat dari SNI 3751:2018 kadar air pada tepung terigu sebagai bahan makanan yaitu sebesar maksimal 14,50%. Pada pengujian tepung kentang dengan varietas granola dengan mutu atau *grade* D yang diameternya kurang dari 4,5 cm memiliki kadar air sebesar 7,50%. Hal ini menandakan bahwa tepung kentang dengan varietas granola dengan mutu atau *grade* D yang diameternya kurang dari 4,5 cm memiliki kadar air yang sesuai dengan SNI 3751:2018.

Kentang dengan varietas granola memang memiliki kadar air lebih tinggi dibandingkan dengan varietas lainnya yaitu sebesar 80%. Tetapi, ketika diolah menjadi tepung dilakukan proses pengeringan pada suhu 60°C selama 9 jam maka kadar air pada tepung kentang varietas granola akan semakin rendah. Menurut Winarno (1997) yang mengatakan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan maka akan cepat terjadi penguapan dan kandungan air dalam bahan akan semakin rendah. Sama halnya dengan Fitriani (2008) yang menyatakan bahwa bahan pangan memiliki kemampuan untuk melepaskan air dari permukaannya maka akan semakin meningkat suhu udara pengering yang digunakan sehingga kadar air akan semakin rendah.

Dilihat dari SNI 3451:2011 kadar air pada pati tapioka yaitu sebesar maksimal 14,00%. Pada pengujian ini pati tapioka memiliki kadar air sebesar

10,89%. Hal ini menandakan bahwa pati tapioka memiliki kadar air yang sesuai dengan SNI 3751:2018. Tapioka adalah pati yang didapatkan dari ekstrak atau sari pati singkong memiliki sifat larut dalam air dan biasanya dapat digunakan sebagai bahan pengisi serta pengikat sehingga menghasilkan tekstur yang elastis dan kompak (Lestari, 2013).

Singkong segar memiliki kandungan air sebesar 60%, pati tapioka merupakan salah satu hasil dari ekstrak singkong. Adapun faktor yang dapat mempengaruhi dari kadar air pati tapioka adalah penggunaan air pada saat mengambil sari pati dari singkong. Berdasarkan dari penelitian Mastuti (2017) jika menggunakan bahan tambahan air pada proses pembuatan pati tapioka terlalu banyak maka akan menyebabkan pati terbuang saat proses penyaringan sehingga akan turun daya pengental pati tapioka.

Dilihat dari SNI 7622:2011 kadar air pada tepung *mocaf* yaitu sebesar maksimal 13,00%. Pada pengujian ini tepung *mocaf* memiliki kadar air sebesar 10,29%. Hal ini menandakan bahwa tepung *mocaf* memiliki kadar air yang sesuai dengan SNI 7622:2011. *Mocaf* merupakan tepung yang terbuat dari modifikasi singkong dengan metode fermentasi. Mikroba yang tumbuh selama proses fermentasi akan menghasilkan enzim yang dapat menghancurkan dinding sel singkong sehingga enzim tersebut akan menghidrolisis pati yang menjadi gula dan selanjutnya menjadi asam-asam organik (Subagyo, 2006).

Pembuatan tepung *mocaf* terdapat salah satu faktor yang dapat menyebabkan kadar air yang cukup tinggi yaitu proses fermentasi. Karena semakin lama waktu fermentasi maka akan meningkat aktivitas enzim untuk mendegradasi pati sehingga

jumlah air akan semakin banyak yang terikat dan terbebaskan (Aida *et al*, 2012). Bahan akan bertekstur lunak dan berpori keadaan ini dapat memperbesar penguapan air selama proses pengeringan sehingga kadar air akan semakin menurun selama proses pengeringan. Penelitian yang dilakukan oleh Iswari (2016) diperlihatkan dengan lama fermentasi selama 72 jam dan tanpa fermentasi hanya ada perbedaan sebesar 1% yaitu dengan fermentasi 72 jam sebesar 10,14% dan tanpa fermentasi sebesar 11,20%.

#### **4.1.2. Uji Amilograf**

Berdasarkan karakteristik amilografi pati pada setiap jenis tepung yaitu tepung kentang dengan varietas granola, pati tapioka dan tepung *mocaf* menunjukkan bahwa puncak viskositas (PV), *through* (TV), *break down* (BD), puncak viskositas (FV), *setback* (SB) dan suhu (°C) pada tepung kentang memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan pati tapioka dan tepung *mocaf* sedangkan nilai waktu (menit) memiliki nilai yang nyaris sama dengan pati tapioka dan tepung *mocaf*.

Gelatinisasi merupakan adanya proses pemecahan ikatan antara molekul-molekul pati dengan air dan panas sehingga memungkinkan untuk pati bisa mengikat air lebih banyak. Semakin tinggi molekul antar pati maka panas yang digunakan akan semakin tinggi agar ikatan antar molekul dapat terpecah, hal tersebut yang membuat semakin tinggi suhu untuk membentuk *gel*. Menurut Imaningsih (2012) suhu dan waktu pada proses gelatinisasi dapat dipengaruhi oleh struktur pada kandungan amilopektin dan amilosa serta komposisi pati dan bentuk granula.

Tabel 11. Hasil Analisis Uji Amilograf

| Uji Amilograf  |                 |                 |                 |                       |                |                 |                    |
|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|----------------|-----------------|--------------------|
| Jenis Tepung   | Peak (PV)       | Trough (TV)     | Break Down (BD) | Final Viskositas (FV) | Set Back (SB)  | Peak Time (Min) | Pasting Temp. (°C) |
| Tepung Kentang | 210,50 ± 4,95   | 192,00 ± 4,24   | 18,50 ± 0,71    | 271,50 ± 3,54         | 79,50 ± 0,71   | 4,87 ± 0,00     | Error              |
| Tepung Mocaf   | 3777,00 ± 32,53 | 2054,00 ± 25,46 | 1723,00 ± 7,07  | 2690,00 ± 21,21       | 636,00 ± 4,24  | 3,97 ± 0,14     | 71,40 ± 0,49       |
| Pati Tapioka   | 2915,50 ± 17,68 | 1296,00 ± 1,41  | 1619,50 ± 16,26 | 1969,00 ± 43,84       | 673,00 ± 42,43 | 3,87 ± 0,00     | 71,83 ± 0,04       |

Viskositas pada pati bisa terlihat selama proses pemanasan pati dengan air, hal ini menjadi salah satu poin utama pada aplikasi makanan dan identifikasi variasi pati. Proses gelatinisasi pati dengan adanya pemanasan dan air akan menghilangkan phenomena kompleks yang terjadi pada struktur kristalin dari granula pati (Batey dan Curtin, 2000). Pemecahan pati tidak hanya dengan air dan panas bisa juga menggunakan bakteri asam baik atau bahan kimia yang terbuat dari bakteri asam laktat (BAL) serta *amylolytic lactic acid bacteria* (ALAB). Cara kerjanya adalah dengan merubah *microstructure* pati serta menimbulkan perubahan karakteristik pada amilografi dan viskositasnya (Plata-Oviedo dan Camargo, 1998).

Uji amilografi adalah suatu uji untuk menunjukkan perilaku viskositas pada pati saat sebelum, saat proses dan sesudah proses gelatinisasi pati (Ginting *et al*, 2005). Sifat ini berkaitan pada pengukuran viskositas tepung pada konsentrasi

tertentu selama pemanasan dan pengadukan (Singh *et al*, 2003). Semakin tinggi kandungan abu, protein dan serat, rasio amilosa dan rasio amilopektin maka waktu (menit) dan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) untuk mendapatkan viskositas puncak semakin tinggi (Kartikasari, 2016). Salah satu faktor yang mempengaruhi nilai amilografi pada tepung kentang nilai nya lebih rendah dari pati tapioka dan tepung *mocaf* yaitu komposisi pati. Kadar pati pada tepung kentang yaitu 22%-28% dengan nilai amilosa sekitar 21,04% dan amilopektin sebesar 78,96% (Niken, 2013). Sedangkan pada pati tapioka memiliki kadar pati sebesar 72%-81% (Singh *et al*, 2006) dengan amilosa sebesar 20%-27% dan amilopektinnya sebesar 50%-58% (Moorthy, 2004). Pada tepung *mocaf* memiliki kadar pati sebesar 85%-87% (Agustia, 2015) dengan amilosa sebesar 19% dan amilopektin sebesar 81% (Endang, 2013).

Perbandingan amilosa dan amilopektin berpengaruh besar pada uji amilograf. Semakin besar kandungan amilopektin maka pati akan basah atau lengket dan mudah menyerap air. Sebaliknya, semakin besar kandungan amilosa maka pati akan kering atau kurang lengket dan mudah menyerap air (higroskopis). Setiap jenis tepung memiliki nilai amilosa dan amilopektin yang berbeda, hal ini karena molekul amilosa dan amilopektin menyusun granula pati dengan pola tertentu (Amrinola, 2015).

*Peak viscosity* (PV) merupakan puncak gelatinisasi yang menunjukkan kondisi awal granula pati mulai tergelatinisasi hingga mencapai pengembangan yang maksimal kemudian dapat berangsur-angsur pecah (Hasbullah, 2013). Semakin tinggi nilai *peak viscosity* bisa disebabkan karena fermentasi mikroba ataupun jumlah amilopektin. *Peak viscosity* digambarkan dengan adanya fragilitas dari granula pati yang mengembang, yaitu saat pertama kali mengembang hingga pecah saat proses

pengadukan. Faktor lain yang mempengaruhi nilai *peak viscosity* adalah protein, lemak, kadar amilosa, dan ukuran granula (Deetae *et al*, 2008). Nilai *peak viskositas* dapat dipengaruhi oleh amilosa pada pati dimana ikatan dari fraksi amilosa dapat bertanggung jawab untuk struktur dari granula pati.

*Trough* (TV) merupakan suatu nilai minimum saat berada pada fase suhu konstan yang akan ditampilkan pada alat *Rapid Visco Analyzer* (RVA) yang mengukur kemampuan pada pasta untuk bisa bertahan terhadap *breakdown* atau selama proses pendinginan (Agustin, 2011). Penggunaan bahan tepung yang berbeda menghasilkan nilai minimum saat pada suhu konstan yang berbeda. Pada tepung *mocaf* mendapat nilai minimum yang tinggi yaitu 2054,00 dibandingkan dengan tepung kentang dan tapioka. Hal ini diduga karena semakin tinggi kandungan pati pada bahan maka nilai *trough* akan semakin tinggi.

*Breakdown* pada uji amilografi bertujuan untuk mengetahui seberapa mudah struktur granula pati dapat pecah atau retak (Varavinit *et al*, 2003). Dengan kata lain *breakdown* merupakan penurunan selama pemanasan dan menunjukkan kestabilan bahan selama pemanasan, dimana semakin rendah nilai *breakdown* maka pasta yang terbentuk akan semakin stabil terhadap panas (Purwani, 2006). Semakin tinggi nilai amilosa pada tepung akan lebih tahan pecah atau retak pada saat proses pemanasan. Proses pada *breakdown* adalah ketika granula pati dipanaskan dan mengalami pembengkakan, pati akan mengalami fragmentasi atau pengurangan viskositas yang menghasilkan pemecahan pati. Sehingga, semakin tinggi kadar amilosa maka nilai *breakdown* akan semakin tinggi (Bamforth, 2005). Nilai *breakdown* yang tinggi tidak diinginkan karena viskositas akan merata dan sifatnya akan kohesif pada pati.

*Final* viskositas adalah suatu parameter untuk menunjukkan suatu kemampuan pati dalam membentuk *gel* saat setelah proses pemanasan, proses pendinginan dan ketahanan *gel* terhadap gaya geser selama pengadukan (Agustin, 2011). Semakin tinggi nilai *final* viskositas maka *gel* akan meningkat. Ini ditunjukkan pada tepung *mocaf* lebih tahan terhadap gaya geseran saat proses pengadukan (Kartikasari, 2016). Hal ini bisa diduga karena tepung *mocaf* memiliki amilopektin yang lebih tinggi dibandingkan tepung kentang dan pati tapioka.

*Setback* pada uji amilografi merupakan suatu parameter untuk melihat arah kecenderungan retrogradasi pati dan sineresis dari suatu pati (Budijanto dan Yuliyanti, 2012). *Setback* merupakan suatu indikator tekstur produk akhir yang berkaitan dengan sineresis selama proses beku-cair (Batey, 2007). Kandungan amilosa yang cukup tinggi memiliki kecenderungan retrogradasi pati selama masa pendinginan. Ini menunjukkan bahwa pati tapioka lebih mudah terjadi retrogradasi dibanding tepung kentang. Hal ini diduga karena kandungan amilosa pada pati tapioka lebih tinggi dengan nilai 673,00 dibanding tepung kentang dengan nilai 79,50. Tingginya kandungan amilosa dapat mudah terpapar oleh air dan mudah mengalami rekristalisasi di bandingkan amilopektin (Lehmann et al, 2003). Sesuai dengan pendapat Bamforth *et al* (2005) mengatakan bahwa semakin tinggi kadar amilosa maka nilai *setback* akan semakin tinggi.

*Peak Time* atau waktu puncak adalah suatu parameter yang dapat mengukur waktu pemasakan pasta pati (Hasbullah, 2013). Waktu puncak gelatinisasi yang dihasilkan pada setiap tepung memiliki nilai yang tidak beda jauh yaitu tepung kentang 4,87 menit, tepung *mocaf* 3,97 dan pada pati tapioka adalah 3,87. Sedangkan

*Pasting Time* merupakan suhu gelatinisasi saat suhu pada kurva mulai naik maka mulai terdeteksi adanya peningkatan viskositas pada system air-pati yang dipanaskan. Nilai pada suhu gelatinisasi pati dapat dikelompokkan menjadi gelatinisasi rendah ( $< 70^{\circ}\text{C}$ ), gelatinisasi sedang ( $70-74^{\circ}\text{C}$ ) dan gelatinisasi tinggi ( $> 74^{\circ}\text{C}$ ). beras yang mengandung pati dengan suhu gelatinisasi yang tinggi maka akan memerlukan pemasakan atau penanakan yang lebih lama (Juliano, 1994).

## 4.2. Penelitian Utama

### 4.2.1. Daya Rehidrasi

Hasil analisis daya rehidrasi dapat dilihat pada Tabel 12 dengan memiliki rentan nilai daya rehidrasi 112,60% - 135,70%. Pada formulasi tersebut didapatkan nilai daya rehidrasi terendah pada formulasi 6 (45,00%  $X_1$ , 33,00%  $X_2$ , dan 7,00%  $X_3$ ) sedangkan nilai daya rehidrasi tertinggi ada pada formulasi 4 (37,00%  $X_1$ , 43,00%  $X_2$ , dan 5,00%  $X_3$ ). Model yang disarankan oleh aplikasi *Design Expert* pada taraf 5% merupakan model *Linear* dengan memiliki nilai standar deviasi sebesar 1,72.

Tabel 12. Hasil Analisis Daya Rehidrasi

| Formulasi | Tepung Kentang (%) | Gel Pati Tapioka (%) | Tepung Mocaf (%) | Daya Rehidrasi (%) |
|-----------|--------------------|----------------------|------------------|--------------------|
| F1        | 41,00              | 37,00                | 7,00             | 118,20             |
| F2        | 45,00              | 34,00                | 6,00             | 113,39             |
| F3        | 39,00              | 40,50                | 5,50             | 125,00             |
| F4        | 37,00              | 43,00                | 5,00             | 135,70             |
| F5        | 43,00              | 35,50                | 6,50             | 116,87             |
| F6        | 45,00              | 33,00                | 7,00             | 112,60             |
| F7        | 37,00              | 42,00                | 6,00             | 133,40             |
| F8        | 41,00              | 39,00                | 5,00             | 123,30             |
| F9        | 37,00              | 41,00                | 41,00            | 131,50             |
| F10       | 45,00              | 35,00                | 35,00            | 115,60             |



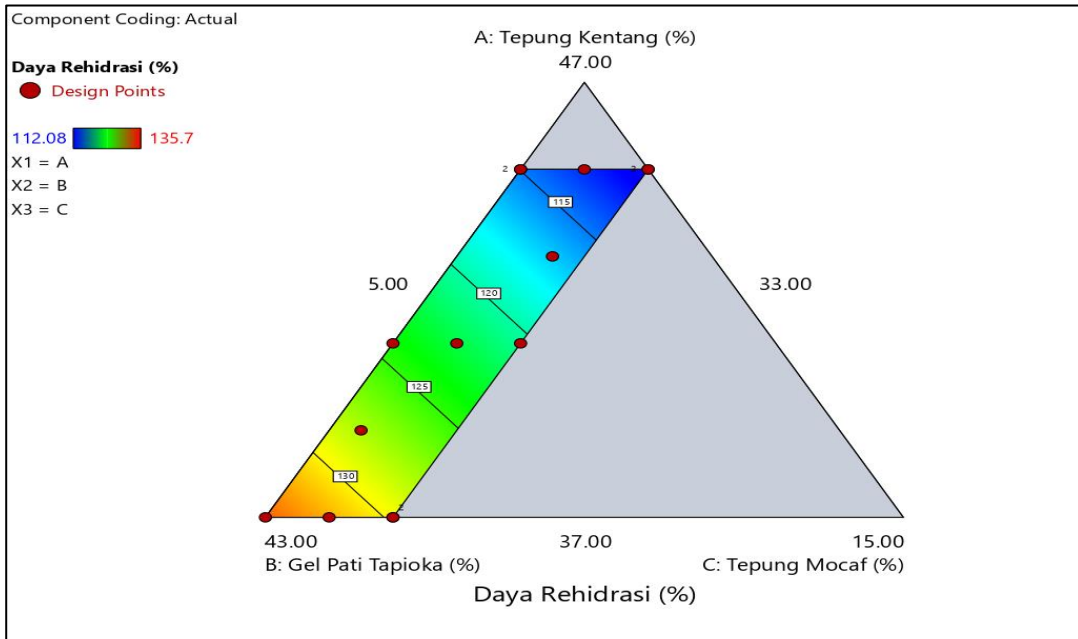
| Formulasi | Tepung Kentang (%) | Gel Pati Tapioka (%) | Tepung Mocaf (%) | Daya Rehidrasi (%) |
|-----------|--------------------|----------------------|------------------|--------------------|
| F11       | 41,00              | 38,00                | 38,00            | 121,08             |
| F12       | 37,00              | 41,00                | 41,00            | 128,30             |
| F13       | 45,00              | 35,00                | 35,00            | 114,70             |
| F14       | 45,00              | 33,00                | 33,00            | 112,08             |

Daya rehidrasi merupakan banyaknya air bisa terserap kedalam sampel pada saat waktu pemanasan (Ramlah, 1997). Menurut Priyanto (2015) daya rehidrasi pada varietas beras ciherang dan beras varietas IR-66 dengan penggunaan rasio beras : air yaitu 5 : 10 mendapatkan nilai daya rehidrasi sebesar 160,28% dan pada penggunaan rasio beras : air yaitu 5 : 7 pada varietas beras ciherang sebesar 100,28% sedangkan pada varietas beras IR-66 sebesar 101,60%. Nilai daya rehidrasi pada *flake* beras merah mendapatkan hasil terbaik dengan daya rehidrasi sebesar 198,37% (Chandra, 2014).

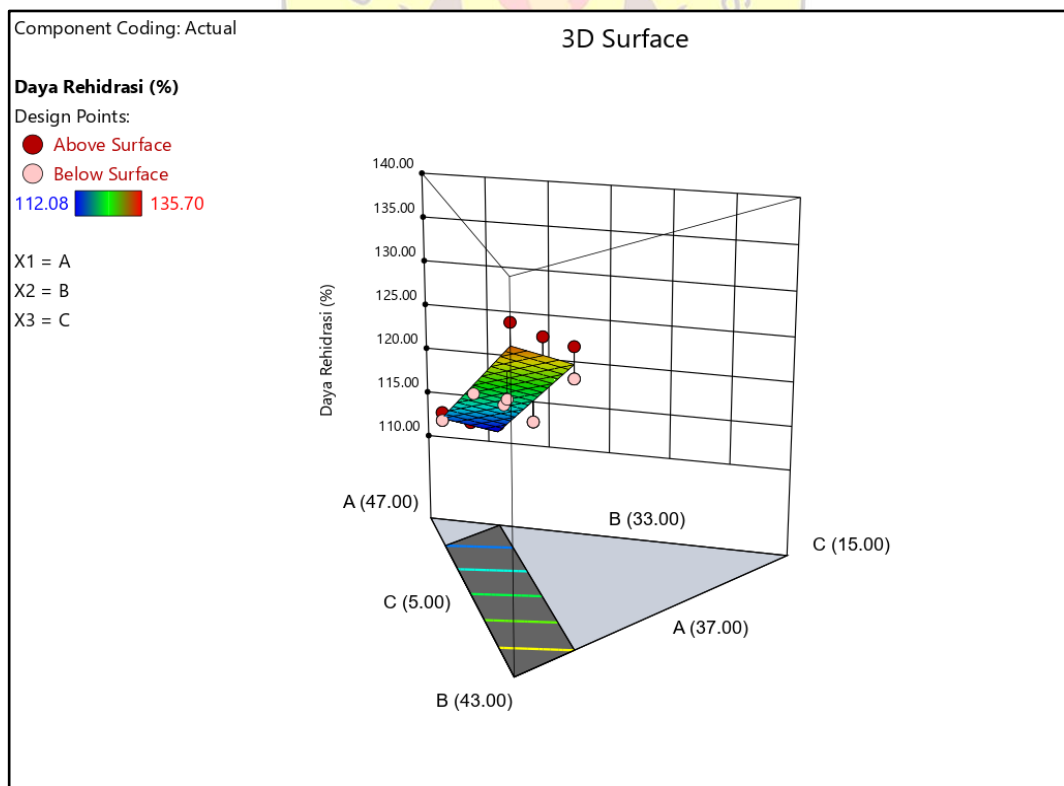
Dilihat pada ANOVA pada aplikasi *Design Expert* menunjukkan hasil pada model yaitu *significant* dengan nilai *P-value* memiliki nilai lebih kecil dari 0,05 yaitu  $< 0,0001$ . *P-Value* sendiri memiliki makna yaitu nilai kesalahan pada penelitian yang dihitung secara *statistic*. Sedangkan untuk nilai 0,05 merupakan nilai alpha yang merupakan kesalahan maksimal yang menjadi patokan oleh peneliti, sehingga jika model yang didapat dibawah dari 0,05 model tersebut *significant* (Situnis, 2021). Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi dari tepung kentang, *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* memiliki perbedaan yang *significant* terhadap respon daya rehidrasi beras analog. Dilihat dari nilai *lack of fit* yang dihasilkan memberikan pernyataan *not significant* dengan nilai *F-value* 1,79 dan nilai *P-value* 0,3431. Nilai ini merupakan suatu syarat suatu model baik atau terdapat adanya kesesuaian antara respon dengan model terhadap *pure error* (Zulkarnain, 2019). Menurut Rahmawaty (2017) *lack of*

*fit* merupakan suatu penyimpangan atau ketidaktepatan terhadap model, sehingga jika pernyataan pada *lack of fit not significant* menandakan bahwa model tidak ada penyimpangan.

Hasil nilai lainnya pada kadar air adalah pada  $R^2$  sebesar 0,9617 yang menunjukkan bahwa seberapa jauh kemampuan model menerapkan variasi dari variabel terikat (Ghozali, 2016). Sedangkan Menurut Nesrakon (2021) nilai *Adjusted*  $R^2$  yang merupakan seberapa besar nilai model dengan adanya penambahan variabel bebas dengan memiliki nilai sebesar 0,9547. Dari hasil menggunakan aplikasi *Design Expert* didapatkan rumus fungsi yang bisa digunakan untuk memprediksi tentang respon setiap tingkatan tertentu dari setiap faktor. Adapun rumus fungsi pada daya rehidrasi beras analog sebagai berikut  $f(x) = 0,373553 X_1 + 2,68590 X_2 + 0,827525 X_3$ . Persamaan ini menyatakan bahwa konstanta yang bernilai positif menunjukkan bahwa daya rehidrasi akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah komponen. Berdasarkan persamaan tersebut didapatkan daya rehidrasi pada beras analog akan meningkat seiring dengan penambahan tepung kentang, tepung *mocaf* dan *gel* pati tapioka. Tabel ANOVA bisa dilihat hasil grafik *contour* dan *3D surface* dengan hubungan setiap faktor terhadap respon.



Gambar 10. Grafik *Contour* Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Daya Rehidrasi Beras Analog Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan *Gel Pati Tapioka* Dan Tepung *Mocaf*



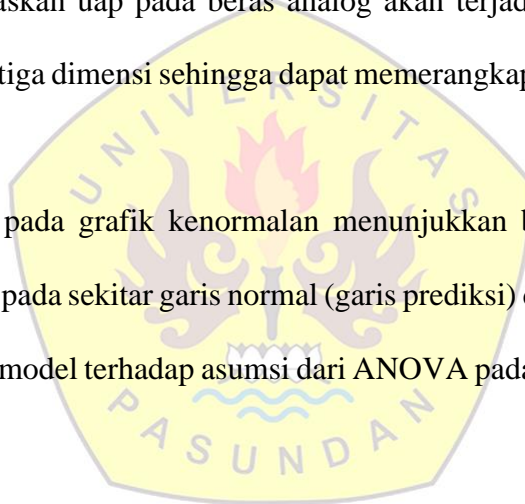
Gambar 11. Grafik *3D Surface* Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Daya Rehidrasi Beras Analog Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan *Gel Pati Tapioka* Dan Tepung *Mocaf*

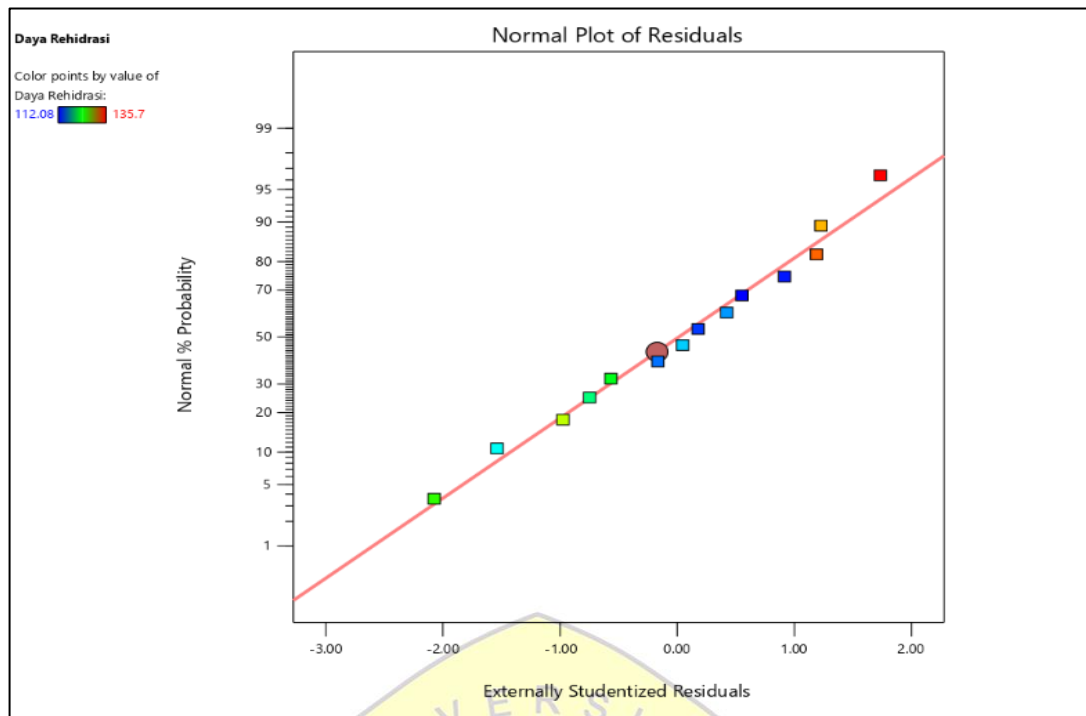
Daya rehidrasi merupakan suatu kemampuan bahan dalam menyerap atau mengikat air saat beras analog sudah dalam kondisi kering (Yudanti, 2015). Pada grafik *contour* diatas menunjukkan bahwa respon daya rehidrasi akan tinggi seiring dengan dominannya penambahan *gel* pati tapioka dibandingkan dengan tepung kentang dan tepung *mocaf* pada beras analog. Hal ini berkaitan dengan daya rehidrasi dapat dipengaruhi oleh komposisi pati yang tinggi pada suatu bahan pangan semakin besar kandungan pati maka akan semakin besar pula daya serap airnya (Herawati, 2009). Pati yang tergelatinisasi dapat meningkatkan daya serap air hal ini disebabkan karena terputusnya ikatan hydrogen antarmolekul pati sehingga air akan lebih mudah masuk ke dalam molekul pati. Proses rehidrasi yang terjadi pada beras analog dimana semakin besar nilai daya serap air maka kandungan air pada bahan akan semakin banyak diserap (Sasmitaloka, 2020). Suarni dan Nur (2008) menyatakan bahwa rendahnya kandungan kadar amilosa pada beras analog maka mengakibatkan tingginya daya serap air, sehingga jumlah air yang terbuang akan semakin banyak.

Pati tapioka sebagai bahan pengisi yang mengandung pati dengan amilopektin tinggi dapat mengikat air saat dipanaskan. Pati mempunyai kemampuan untuk menyerap air karena memiliki gugus hidroksil yang sangat besar untuk bisa menyerap air (Mumtazah, 2021). Jika konsentrasi pati besar maka gugus hidroksil pun akan ikut besar dan semakin besar pula kemampuan dalam menyerap air (Kusumawati, 2013). Menurut Winarno (1992) semakin tinggi kandungan pati suatu bahan maka daya serap airnya akan semakin besar. Tapioka memiliki kemampuan untuk menyerap air hingga mencapai 30% dari berat pati itu sendiri.

Selain itu bisa disebabkan karena diameter butiran beras analog semakin kecil ( $< 4,70$  mm) dimana beras analog akan mengalami kemudahan dalam proses penyerapan air untuk mencapai titik terdalam pada butiran beras dengan waktu yang relative cukup sebentar untuk beras analog yang dibuat dengan campuran bahan tepung pisang dan tapioka (Yudanti 2015). Penambahan pati tapioka pada beras analog membuat adanya pengikatan karena tapioka berfungsi sebagai pengikat pada tepung lainnya. Menurut *Guilbert* dan *Biquet* (1990) mengatakan bahwa amilosa dapat berpengaruh pada kekompakan dan amilopektin berpengaruh pada kestabilan sehingga saat dipanaskan uap pada beras analog akan terjadi gelatinisasi pati dan membentuk struktur tiga dimensi sehingga dapat memerangkap air dan menghasilkan *gel* yang kuat.

Berdasarkan pada grafik kenormalan menunjukkan bahwa sebagian besar data yang mendekati pada sekitar garis normal (garis prediksi) dapat dikatakan bahwa terdapat pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon daya rehidrasi (Zulkarnain, 2019).





Gambar 12. Grafik Plot Kenormalan Terhadap Respon Daya Rehidrasi pada Beras Analog Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan *Gel Pati* Tapioka Dan Tepung *Mocaf*

#### 4.2.1. Kadar Air

Hasil analisis kadar air dapat dilihat pada Tabel 13 dengan memiliki rentan nilai kadar air 5,25%-7,75%. Pada formulasi tersebut didapatkan nilai kadar air terendah pada formulasi 4 (37,00%  $X_1$ , 43,00%  $X_2$ , dan 5,00%  $X_3$ ) sedangkan nilai kadar air tertinggi ada pada formulasi 6 (45,00%  $X_1$ , 33,00%  $X_2$ , dan 7,00%  $X_3$ ). Model yang disarankan oleh aplikasi *Design Expert* pada taraf 5% merupakan model *Linear* dengan memiliki nilai standar deviasi sebesar 0,2496.

Tabel 13. Hasil Analisis Kadar Air

| Formulasi | Tepung Kentang (%) | <i>Gel Pati</i> Tapioka (%) | Tepung <i>Mocaf</i> (%) | Kadar Air (%) |
|-----------|--------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------|
| F1        | 41,00              | 37,00                       | 7,00                    | 6,21          |
| F2        | 45,00              | 34,00                       | 6,00                    | 6,75          |
| F3        | 39,00              | 40,50                       | 5,50                    | 5,82          |
| F4        | 37,00              | 43,00                       | 5,00                    | 5,25          |

| Formulasi | Tepung Kentang (%) | Gel Pati Tapioka (%) | Tepung Mocaf (%) | Kadar Air (%) |
|-----------|--------------------|----------------------|------------------|---------------|
| F5        | 43,00              | 35,50                | 6,50             | 6,25          |
| F6        | 45,00              | 33,00                | 7,00             | 7,75          |
| F7        | 37,00              | 42,00                | 6,00             | 5,50          |
| F8        | 41,00              | 39,00                | 5,00             | 5,92          |
| F9        | 37,00              | 41,00                | 41,00            | 5,67          |
| F10       | 45,00              | 35,00                | 35,00            | 6,67          |
| F11       | 41,00              | 38,00                | 38,00            | 6,00          |
| F12       | 37,00              | 41,00                | 41,00            | 5,75          |
| F13       | 45,00              | 35,00                | 35,00            | 6,50          |
| F14       | 45,00              | 33,00                | 33,00            | 7,00          |

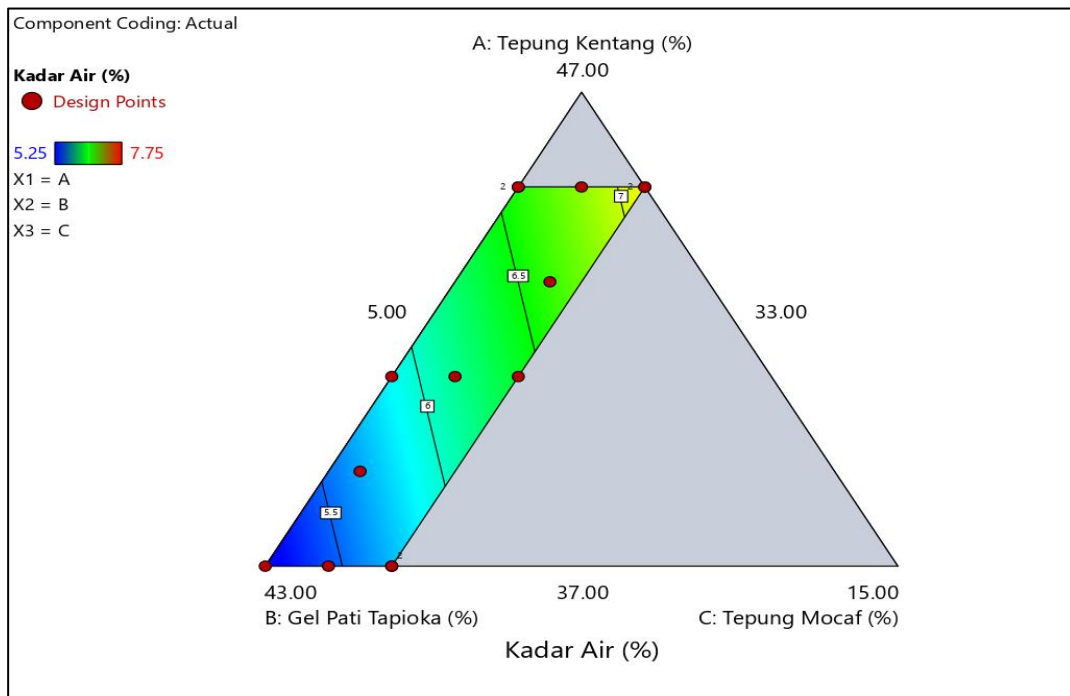
Kadar air merupakan jumlah air bebas yang terkandung dalam produk atau bahan pangan. Menurut SNI 6128:2015 mengenai beras menyatakan bahwa kadar air pada beras dengan Mutu I dan Mutu II maksimal pada nilai  $< 14\%$  sedangkan pada Mutu III maksimal pada nilai  $< 15\%$ . Jika dilihat pada hasil analisis setiap formula masuk kedalam mutu SNI beras.

Dilihat pada ANOVA pada aplikasi *Design Expert* menunjukkan hasil pada model yaitu *significant* dengan nilai *P-value* memiliki nilai lebih kecil dari 0,05 yaitu  $< 0,0001$ . *P-Value* sendiri memiliki makna yaitu nilai kesalahan pada penelitian yang dihitung secara *statistic*. Sedangkan untuk nilai 0,05 merupakan nilai alpha yang merupakan kesalahan maksimal yang menjadi patokan oleh peneliti, sehingga jika model yang didapat dibawah dari 0,05 model tersebut *significant* (Situnis, 2021). Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi dari tepung kentang, gel pati tapioka dan tepung *mocaf* memiliki perbedaan yang *significant* terhadap respon kadar air beras analog. Dilihat dari nilai *lack of fit* yang dihasilkan memberikan pernyataan *not significant* dengan nilai *F-value* 0,4851 dan nilai *P-value* 0,8162. Nilai ini merupakan suatu syarat suatu model baik atau terdapat adanya kesesuaian antara respon dengan

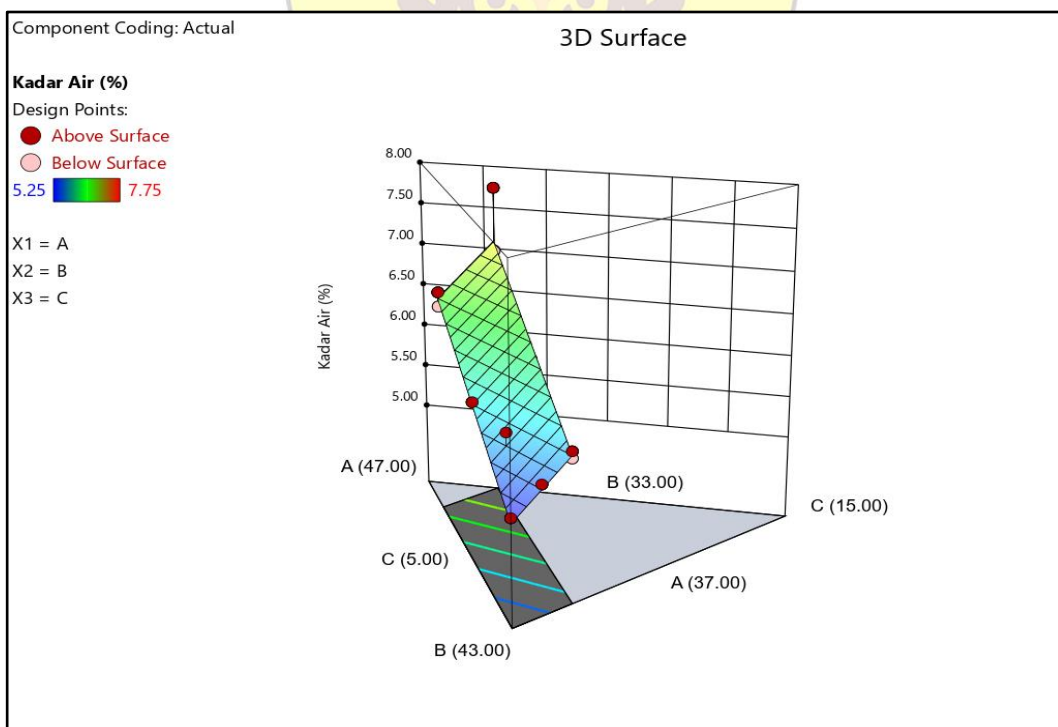
model terhadap *pure error* (Zulkarnain, 2019). Menurut Rahmawaty (2017) *lack of fit* merupakan suatu penyimpangan atau ketidaktepatan terhadap model, sehingga jika pernyataan pada *lack of fit not significant* menandakan bahwa model tidak ada penyimpangan.

Hasil nilai lainnya pada kadar air adalah pada  $R^2$  sebesar 0,8817 yang menunjukkan bahwa seberapa jauh kemampuan model menerapkan variasi dari variabel terikat (Ghozali, 2016). Sedangkan Menurut Nesrakon (2021) nilai *Adjusted*  $R^2$  yang merupakan seberapa besar nilai model dengan adanya penambahan variabel bebas dengan memiliki nilai sebesar 0,8601. Nilai Dari hasil menggunakan aplikasi *Design Expert* didapatkan rumus fungsi yang bisa digunakan untuk memprediksi tentang respon setiap tingkatan tertentu dari setiap faktor. Adapun rumus fungsi pada kadar air beras analog sebagai berikut  $f(x) = 0,145277 X_1 - 0,030936 X_2 + 0,227919 X_3$ . Persamaan ini menyatakan bahwa konstanta yang bernilai positif menunjukkan bahwa kadar air akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah komponen. Berdasarkan persamaan tersebut didapatkan kadar air pada beras analog akan meningkat seiring dengan penambahan tepung kentang dan tepung mocaf sebaliknya akan terjadi penurunan ketika ditambahkan *gel* pati tapioka sehingga beras analog memiliki kadar air yang rendah. Tabel ANOVA bisa dilihat hasil grafik *contour* dan grafik *3D surface* dengan hubungan setiap faktor terhadap respon.





Gambar 13. Grafik *Contour* Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Kadar Air Beras Analog Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan *Gel Pati Tapioka* Dan *Tepung Mocaf*



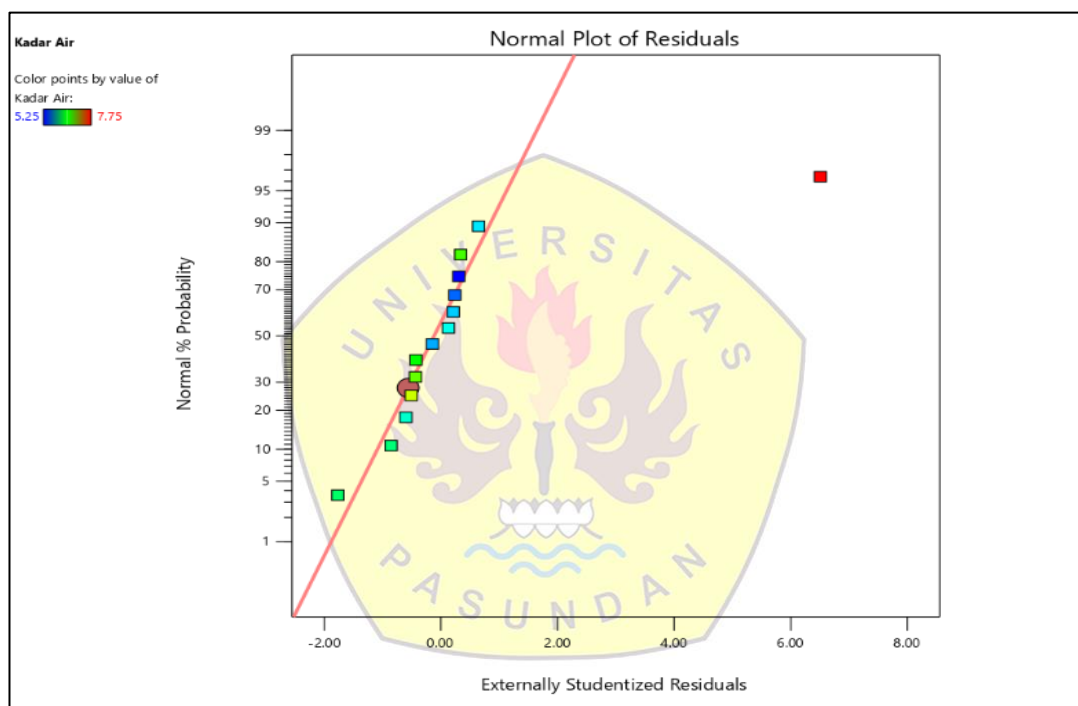
Grafik *Contour* Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Kadar Air Beras Analog Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan *Gel Pati Tapioka* Dan *Tepung Mocaf*

Grafik *contour* dan *3D surface* diatas menunjukkan bahwa respon kadar air akan berkurang seiring dengan lebih dominan penambahan *gel* pati tapioka dibandingkan dengan tepung kentang dan tepung *mocaf* pada beras analog. Hal ini disebabkan karena *gel* pati tapioka memiliki kandungan amilopektin, semakin banyak fraksi amilopektin pada pati tapioka maka dapat mengikat air pada beras analog (Widati, 2017). Semakin banyak konsentrasi pati tapioka yang ditambahkan maka air yang terikat akan semakin banyak pula. Perlakuan pada bahan pengisi dengan pati tapioka menghasilkan kadar air lebih rendah dikarenakan amilopektin pada pati tapioka lebih tinggi dibandingkan tepung beras (Immanningsih, 2012).

Nilai kadar air dapat mempengaruhi pada beras analog dari segi mutu dan daya awet. Semakin rendah nilai kadar air maka daya awet beras analog akan semakin tinggi. Menurut Leviana dan Paramita (2017) mengatakan bahwa kandungan air dalam bahan makanan dapat mempengaruhi daya suatu bahan pangan terhadap serangan mikroba yang bisa digunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhannya, sehingga sebagian air dalam bahan harus dikeluarkan. Kandungan amilopektin yang rendah akan menurunkan kekentalan sebaliknya jika amilopektin tinggi maka dapat mengikat air sehingga butiran pati akan bergerak lebih lambat (Winarno, 2002). Ketika adonan pati dilakukan pemanasan maka molekul air akan menguap dan membuat rongga-rongga udara pada bahan pangan tersebut mengembang sehingga uap panas akan masuk dan membuat bahan pangan menjadi kering (Hasta, 2013). Kandungan pati yang cukup tinggi dapat menyerap air hingga melebihi kapasitas sehingga tekstur pada beras analog akan menjadi kering (Atma, 2015). Tapioka dapat membuat beras analog saat menjadi nasi akan kenyal hal ini

karena amilopektin dapat mempertahankan air pada proses pengeringan dan dapat kaku saat tidak dilakukan proses pemanasan (masih menjadi beras) (Eliasson, 2004).

Berdasarkan pada grafik kenormalan menunjukkan bahwa sebagian besar data yang mendekati pada sekitar garis normal (garis prediksi) dapat dikatakan bahwa terdapat pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon kadar air (Zulkarnain, 2019).



Gambar 14. Grafik Plot Kenormalan Terhadap respon Kadar Air pada Beras Analog Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan *Gel* Pati Tapioka Dan Tepung *Mocaf*

#### 4.2.3. Kadar Pati

Hasil analisis kadar pati dapat dilihat pada Tabel 14 dengan memiliki rentan nilai kadar pati 61,71%-73,83%. Pada formulasi tersebut didapatkan nilai kadar pati terendah pada formulasi 14 (37,00%  $X_1$ , 43,00%  $X_2$ , dan 5,00%  $X_3$ ) sedangkan nilai kadar pati tertinggi ada pada formulasi 11 (41,00%  $X_1$ , 38,00%  $X_2$ , dan 6,00%  $X_3$ ).

Model yang disarankan oleh aplikasi *Design Expert* pada taraf 5% merupakan model *Linear* dengan memiliki nilai standar deviasi sebesar 0,4929.

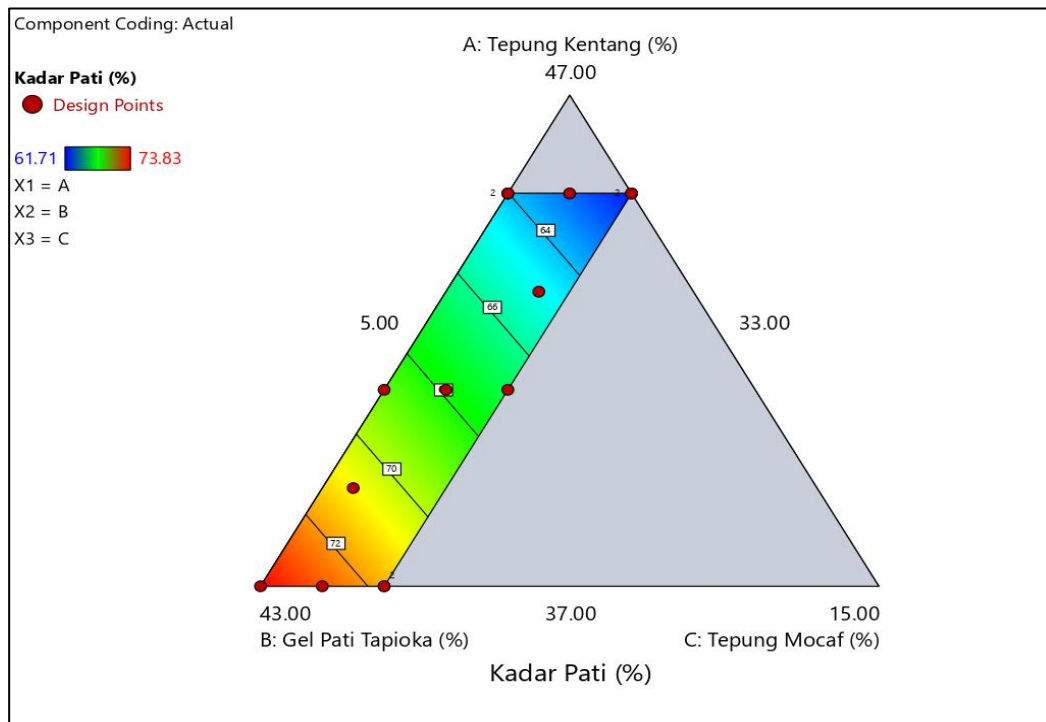
Tabel 14. Hasil Analisis Kadar Pati

| Formulasi | Tepung Kentang (%) | Gel Pati Tapioka (%) | Tepung Mocaf (%) | Kadar Pati (%) |
|-----------|--------------------|----------------------|------------------|----------------|
| F1        | 41,00              | 37,00                | 7,00             | 66,41          |
| F2        | 45,00              | 34,00                | 6,00             | 62,95          |
| F3        | 39,00              | 40,50                | 5,50             | 70,32          |
| F4        | 37,00              | 43,00                | 5,00             | 73,83          |
| F5        | 43,00              | 35,50                | 6,50             | 65,23          |
| F6        | 45,00              | 33,00                | 7,00             | 62,33          |
| F7        | 37,00              | 42,00                | 6,00             | 73,72          |
| F8        | 41,00              | 39,00                | 5,00             | 68,46          |
| F9        | 37,00              | 41,00                | 41,00            | 71,98          |
| F10       | 45,00              | 35,00                | 35,00            | 64,68          |
| F11       | 41,00              | 38,00                | 38,00            | 67,58          |
| F12       | 37,00              | 41,00                | 41,00            | 71,36          |
| F13       | 45,00              | 35,00                | 35,00            | 63,74          |
| F14       | 45,00              | 33,00                | 33,00            | 61,71          |

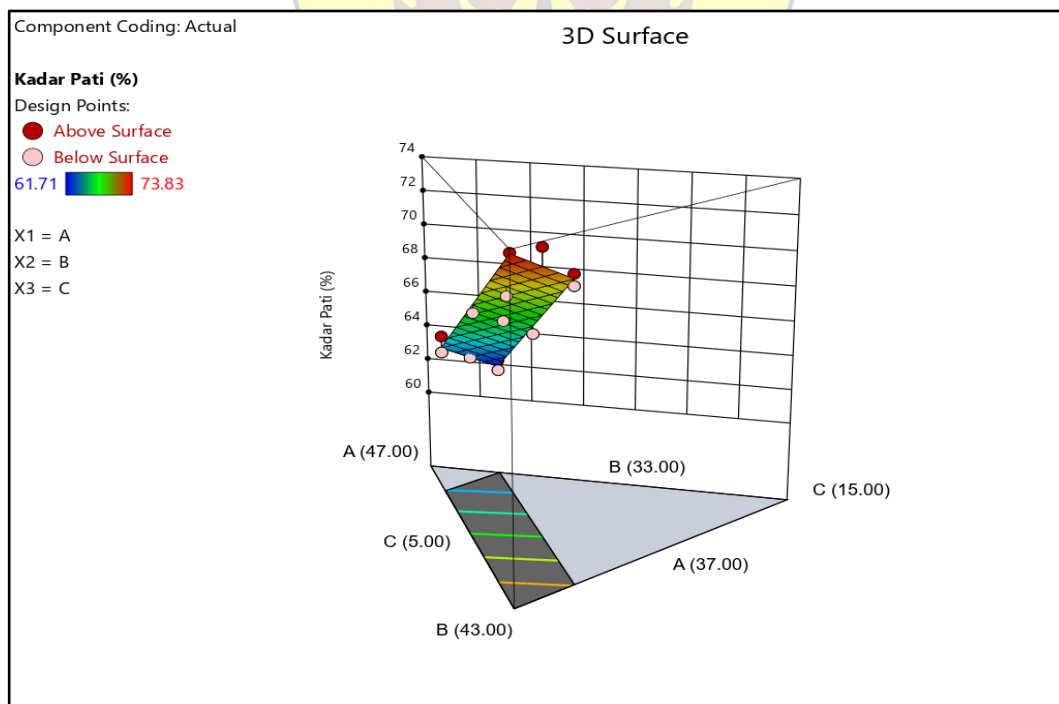
Dilihat pada ANOVA pada aplikasi *Design Expert* menunjukkan hasil pada model yaitu *significant* dengan nilai *P-value* memiliki nilai lebih kecil dari 0,05 yaitu  $< 0,0001$ . *P-Value* sendiri memiliki makna yaitu nilai kesalahan pada penelitian yang dihitung secara *statistic*. Sedangkan untuk nilai 0,05 merupakan nilai alpha yang merupakan kesalahan maksimal yang menjadi patokan oleh peneliti, sehingga jika model yang didapat dibawah dari 0,05 model tersebut *significant* (Situnis, 2021). Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi dari tepung kentang, *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* memiliki perbedaan yang *significant* terhadap respon kadar pati beras analog. Dilihat dari nilai *lack of fit* yang dihasilkan memberikan pernyataan *not significant* dengan nilai *F-value* 0,8378 dan nilai *P-value* 0,6279. Nilai ini merupakan suatu syarat suatu model baik atau terdapat adanya kesesuaian antara respon dengan

model terhadap *pure error* (Zulkarnain, 2019). Menurut Rahmawaty (2017) *lack of fit* merupakan suatu penyimpangan atau ketidaktepatan terhadap model, sehingga jika pernyataan pada *lack of fit not significant* menandakan bahwa model tidak ada penyimpangan.

Hasil nilai lainnya pada kadar air adalah pada  $R^2$  sebesar 0,9885 yang menunjukkan bahwa seberapa jauh kemampuan model menerapkan variasi dari variabel terikat (Ghozali, 2016). Sedangkan Menurut Nesrakon (2021) nilai *Adjusted*  $R^2$  yang merupakan seberapa besar nilai model dengan adanya penambahan variabel bebas dengan memiliki nilai sebesar 0,9864. Dari hasil menggunakan aplikasi *Design Expert* didapatkan rumus fungsi yang bisa digunakan untuk memprediksi tentang respon setiap tingkatan tertentu dari setiap faktor. Adapun rumus fungsi pada kadar pati beras analog sebagai berikut  $f(x) = 0,238929 X_1 + 1,46030 X_2 + 0,430804 X_3$ . Persamaan ini menyatakan bahwa konstanta yang bernilai positif menunjukkan bahwa kadar pati akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah komponen. Berdasarkan persamaan tersebut didapatkan pati pada beras analog akan meningkat seiring dengan penambahan tepung kentang, tepung *mocaf* dan *gel* pati tapioka. Tabel ANOVA bisa dilihat hasil grafik *contour* dan *3D surface* dengan hubungan setiap faktor terhadap respon.



Gambar 15. Grafik *Contour* Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Kadar Pati Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan *Gel Pati Tapioka* Dan Tepung *Mocaf*



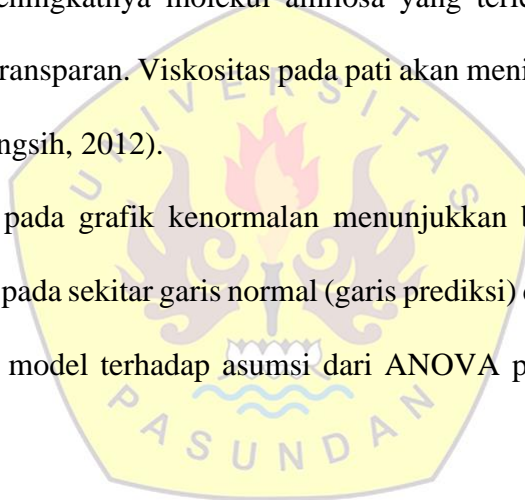
Gambar 16. Grafik *3D Surface* Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Kadar Pati Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan *Gel Pati Tapioka* Dan Tepung *Mocaf*

Grafik *contour* dan *3D surface* diatas menunjukkan bahwa respon kadar pati akan tinggi seiring dengan dominannya penambahan *gel* pati tapioka dibandingkan dengan tepung kentang dan tepung *mocaf* pada beras analog. Hal ini berkaitan karena kandungan pati yang terdapat pada pati tapioka memiliki suhu gelatinisasi berkisar antara 66,45°C-70,69°C dengan suhu puncak gelatinisasi berkisar antara 75,56°C-91,50°C bergantung pada varietas ubi kayu yang digunakan dalam pembuatan tapioka (Pangestuti, 2010). Kandungan pati tapioka memiliki sekitar 85% dengan amilosa sebesar 17% dan amilopektin sebesar 83% dengan ukuran granula 3-3,5µ dengan adanya proses penyerapan air akan meningkat (Utomo, 2013). Kemampuan untuk membentuk *gel* dapat dipengaruhi oleh kandungan amilosa dan amilopektin serta ukuran granula pati. Ukuran granula pati yang lebih kecil akan lebih mudah untuk mengalami proses gelatinisasi. Semakin tinggi bagian *amorf* maka semakin mudah untuk pati bisa melakukan proses gelatinisasi hal ini karena bagian *amorf* yang lebih banyak menyerap air sehingga granula pati akan mengalami pembengkakan dan terbentuk *gel*. Bagian *amorf* merupakan bagian yang memiliki lebih banyak kandungan amilosa sedangkan amilopektin mengandung banyak bagian kristalin (Musita, 2009). Berkurangnya bagian *amorf* akan mempengaruhi kemampuan untuk menyerap air membentuk gel pada pati. Hal ini bisa mengakibatkan suhu gelatinisasi menjadi tinggi (Lestari, 2013).

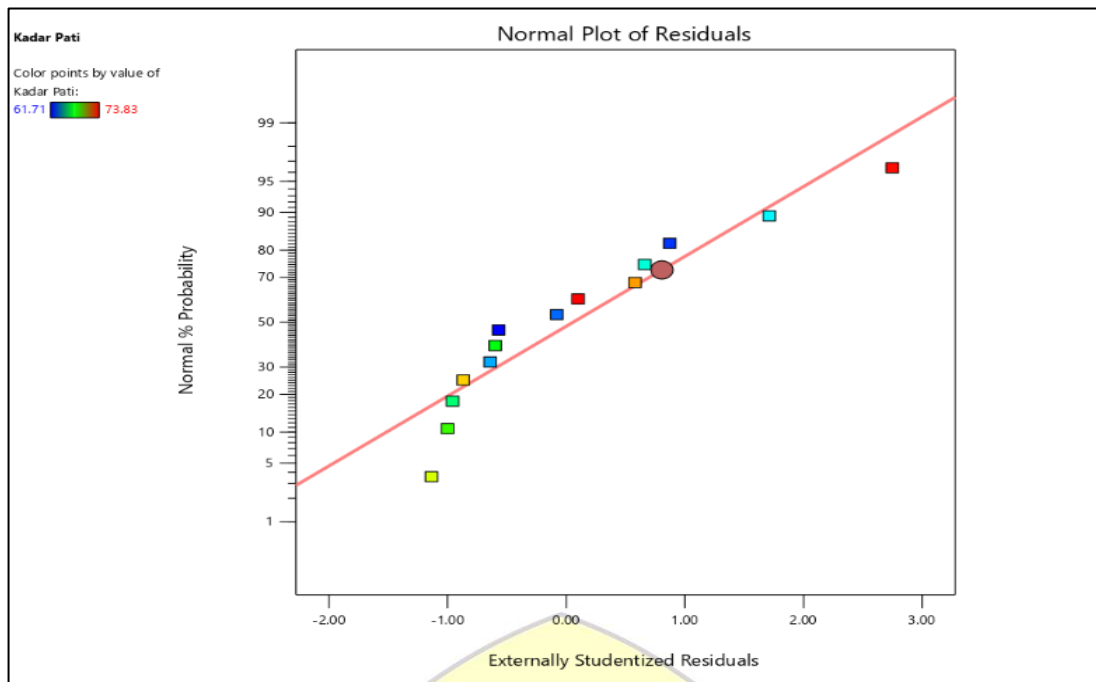
Tapioka memiliki rentan suhu gelatinisasi yang cukup lebar serta memiliki kemampuan mengembang yang tinggi dibanding dengan produk tepung lainnya. Tapioka juga memiliki karakteristik *gel* yang kuat dan transparan sehingga sangat mendukung sebagai bahan pengisi dan perekat (Herawati, 2012). Proses gelatinisasi

yang terjadi saat pati direndam dengan menggunakan air panas maka air akan berpenetrasi masuk ke dalam granula pati sehingga merusak ikatan *double helix* pada amilopektin dan putusnya ikatan hydrogen antar molekul dalam granula. Kemudian granula akan pecah dan amilosa yang mempunyai struktur pendek dan bersifat larut air akan keluar dari granula sehingga granula akan terbuka dan air akan banyak masuk ke dalamnya. Air pada granula akan membentuk ikatan hydrogen dengan gugus hidroksil gula dari molekul amilopektin dan pati dari molekul amilosa. Sedangkan pada permukaan granula, jumlah molekul air yang bebas bergerak akan menurun dengan meningkatnya molekul amilosa yang terlepas dari granula dan membentuk lapisan transparan. Viskositas pada pati akan meningkat dan granula pati akan jernih (Immaningsih, 2012).

Berdasarkan pada grafik kenormalan menunjukkan bahwa sebagian besar data yang mendekati pada sekitar garis normal (garis prediksi) dapat dikatakan bahwa terdapat pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon kadar pati (Zulkarnain, 2019).







Gambar 17. Grafik Plot Kenormalan Terhadap Respon Kadar Pati pada Beras Analog Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan *Gel* Pati Tapioka Dan Tepung *Mocaf*

#### 4.2.4. Kadar Serat Kasar

Hasil analisis serat kasar dapat dilihat pada Tabel 15 dengan memiliki rentan nilai kadar pati 1,92%-3,38%. Pada formulasi tersebut didapatkan nilai serat kasar terendah pada formulasi 4 (37,00%  $X_1$ , 43,00%  $X_2$ , dan 5,00%  $X_3$ ) sedangkan nilai serat kasar tertinggi ada pada formulasi 14 (45,00%  $X_1$ , 33,00%  $X_2$ , dan 7,00%  $X_3$ ). Model yang disarankan oleh aplikasi *Design Expert* pada taraf 5% merupakan model *Linear* dengan memiliki nilai standar deviasi sebesar 0,2499.

Tabel 15. Hasil Analisis Kadar Serat Kasar

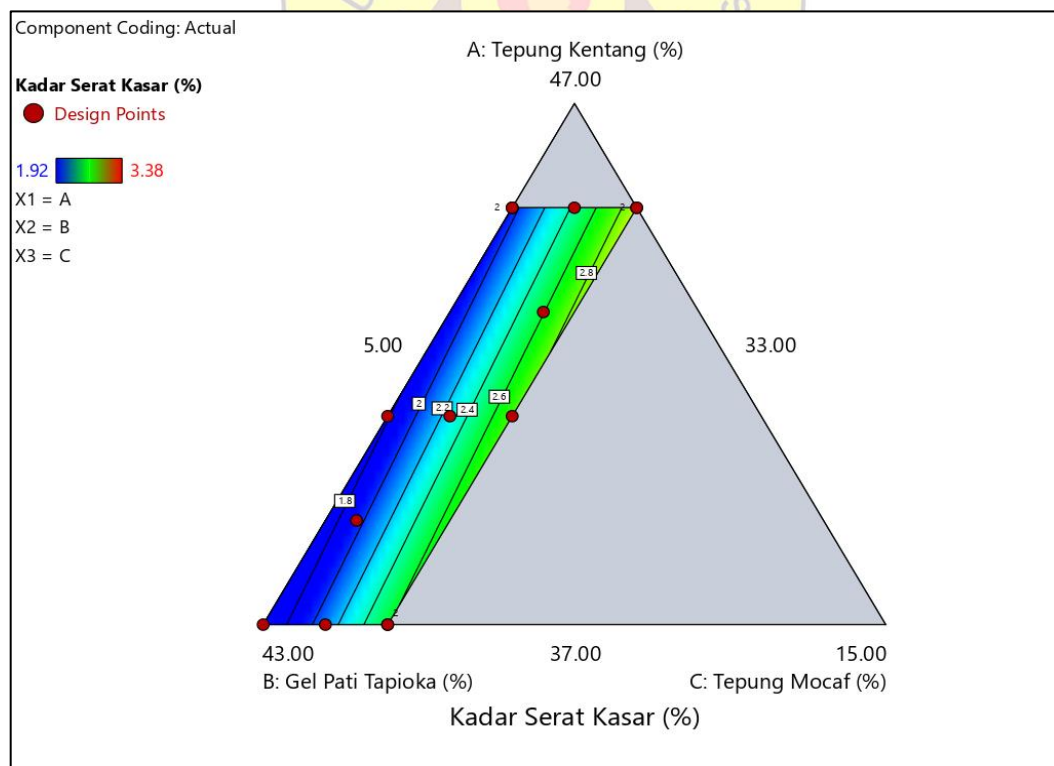
| Formulasi | Tepung Kentang (%) | <i>Gel</i> Pati Tapioka (%) | Tepung <i>Mocaf</i> (%) | Kadar Serat Kasar (%) |
|-----------|--------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|
| F1        | 41,00              | 37,00                       | 7,00                    | 2,94                  |
| F2        | 45,00              | 34,00                       | 6,00                    | 2,00                  |
| F3        | 39,00              | 40,50                       | 5,50                    | 1,96                  |
| F4        | 37,00              | 43,00                       | 5,00                    | 1,92                  |
| F5        | 43,00              | 35,50                       | 6,50                    | 2,44                  |

| Formulasi | Tepung Kentang (%) | Gel Pati Tapioka (%) | Tepung Mocaf (%) | Kadar Serat Kasar (%) |
|-----------|--------------------|----------------------|------------------|-----------------------|
| F6        | 45,00              | 33,00                | 7,00             | 2,97                  |
| F7        | 37,00              | 42,00                | 6,00             | 1,98                  |
| F8        | 41,00              | 39,00                | 5,00             | 1,93                  |
| F9        | 37,00              | 41,00                | 41,00            | 2,48                  |
| F10       | 45,00              | 35,00                | 35,00            | 1,94                  |
| F11       | 41,00              | 38,00                | 38,00            | 1,99                  |
| F12       | 37,00              | 41,00                | 41,00            | 2,50                  |
| F13       | 45,00              | 35,00                | 35,00            | 1,94                  |
| F14       | 45,00              | 33,00                | 33,00            | 3,38                  |

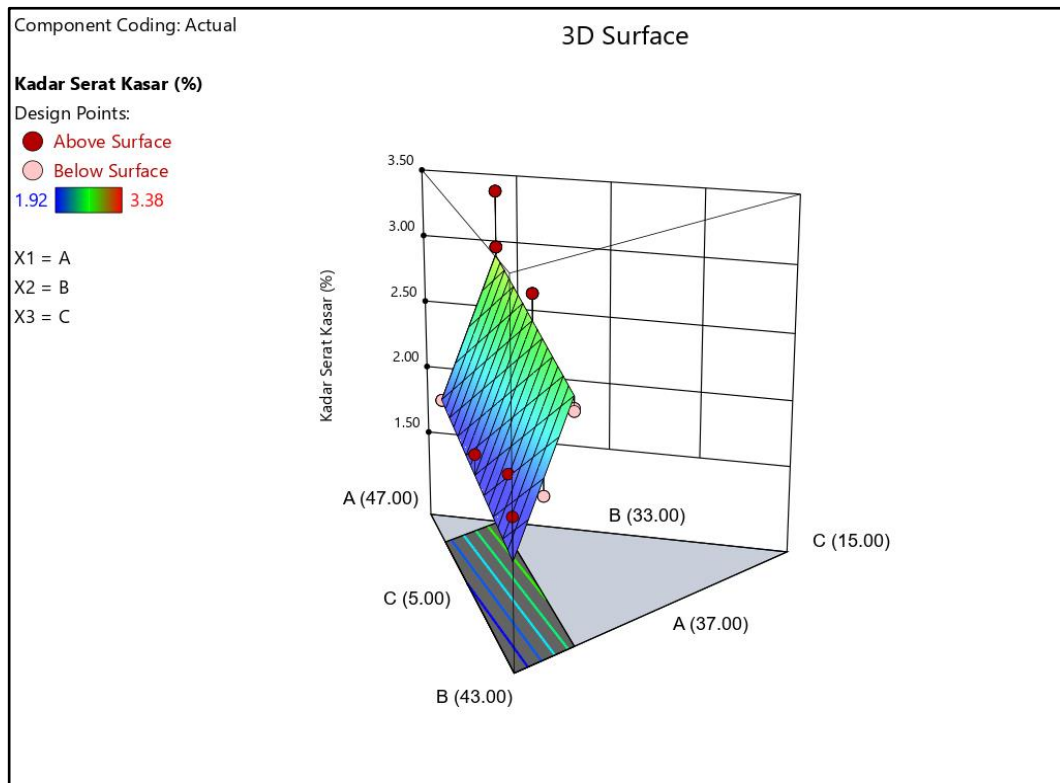
Dilihat pada ANOVA pada aplikasi *Design Expert* menunjukkan hasil pada model yaitu *significant* dengan nilai *P-value* memiliki nilai lebih kecil dari 0,05 yaitu 0,0003. *P-Value* sendiri memiliki makna yaitu nilai kesalahan pada penelitian yang dihitung secara *statistic*. Sedangkan untuk nilai 0,05 merupakan nilai alpha yang merupakan kesalahan maksimal yang menjadi patokan oleh peneliti, sehingga jika model yang didapat dibawah dari 0,05 model tersebut *significant* (Situnis, 2021). Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi dari tepung kentang, *gel pati* tapioka dan tepung *mocaf* memiliki perbedaan yang *significant* terhadap respon kadar serat kasar beras analog. Dilihat dari nilai *lack of fit* yang dihasilkan memberikan pernyataan *not significant* dengan nilai *F-value* 2,68 dan nilai *P-value* 0,2249. Nilai ini merupakan suatu syarat suatu model baik atau terdapat adanya kesesuaian antara respon dengan model terhadap *pure error* (Zulkarnain, 2019).

Hasil nilai lainnya pada kadar air adalah pada  $R^2$  sebesar 0,7755 yang menunjukkan bahwa seberapa jauh kemampuan model menerapkan variasi dari variabel terikat (Ghozali, 2016). Sedangkan Menurut Nesrakon (2021) nilai *Adjusted*  $R^2$  yang merupakan seberapa besar nilai model dengan adanya penambahan variabel bebas dengan memiliki nilai sebesar 0,7346. Dari hasil menggunakan aplikasi *Design*

*Expert* didapatkan rumus fungsi yang bisa digunakan untuk memprediksi tentang respon setiap tingkatan tertentu dari setiap faktor. Adapun rumus fungsi pada kadar serat kasar beras analog sebagai berikut  $f(x) = 0,013836 X_1 - 0,027377 X_2 + 0,456477 X_3$ . Persamaan ini menyatakan bahwa konstanta yang bernilai positif menunjukkan bahwa kadar serat kasar akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah komponen. Berdasarkan persamaan tersebut didapatkan kadar serat kasar pada beras analog akan meningkat seiring dengan penambahan tepung kentang dan tepung *mocaf* sebaliknya akan terjadi penurunan ketika ditambahkan *gel pati tapioka* sehingga beras analog memiliki kadar serat kasar yang rendah. Tabel ANOVA bisa dilihat hasil grafik *contour* dan *3D surface* dengan hubungan setiap faktor terhadap respon.



Gambar 18. Grafik *Contour* Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Kadar Serat Kasar Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan *Gel Pati Tapioka* Dan Tepung *Mocaf*



Gambar 19. Grafik *3D Surface* Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Kadar Serat Kasar Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan *Gel Pati Tapioka* Dan *Tepung Mocaf*

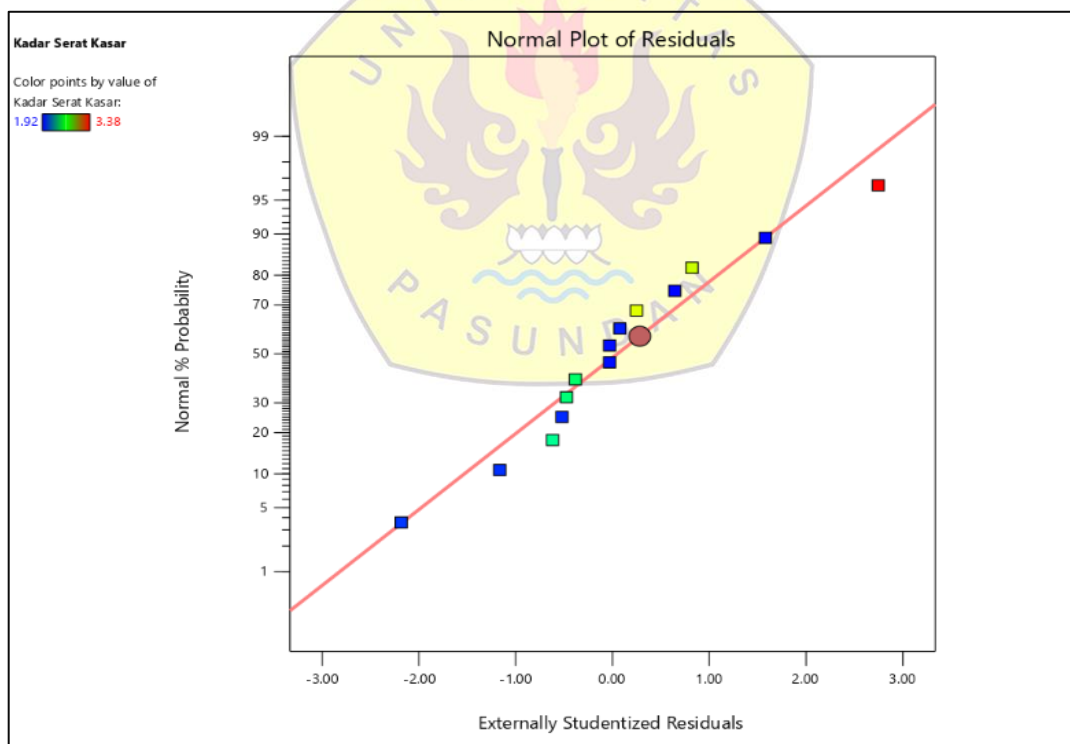
Grafik *contour* dan *3D surface* diatas menunjukkan bahwa respon kadar serat kasar akan tinggi seiring dengan lebih dominan penambahan tepung *mocaf* dan tepung kentang dibandingkan dengan pati tapioka dan tepung kentang pada beras analog. Hal ini disebabkan karena tepung *mocaf* dan tepung kentang memiliki kadar serat kasar lebih besar yaitu 3,40% dan 2,03-2,81% (Salim, 2011) dibandingkan pati tapioka yaitu 0,40% (SNI 3451:2011). Semakin tinggi substitusi tepung *mocaf* dan tepung kentang maka kandungan serat kasar akan semakin tinggi. Hal ini dikarenakan oleh susunan serat pada tepung *mocaf* dan proses fermentasi yang dilakukan. Dimana fermentasi pada tepung *mocaf* tidak mudah memecah

hemiselulosa dan selulosa yang mengakibatkan keduanya meningkat dan menghasilkan serat kasar yang tinggi. Sejalan dengan Diniyah (2018) yang menyatakan bahwa adanya peningkatan kadar hemiselulosa dan selulosa selama fermentasi dapat menghasilkan kadar serat kasar yang tinggi. Pendapat lain diungkapkan oleh Andarwulan (2011) serat memiliki kandungan selulosa yang memiliki struktur keras sehingga serat yang tinggi akan memiliki kerenyahan yang rendah.

Semakin banyak jumlah tepung kentang yang ditambahkan pada beras analog maka kadar serat kasar akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena adanya serat kasar pada tepung kentang sebesar 1,7% dalam 100 gram bahan (Syamsir, 2012). Menurut Muchtadi dan Ayustaningwarno (2010) jika suatu bahan pangan dapat dikurangi kadar airnya maka bahan pangan akan mengandung senyawa seperti karbohidrat, protein dan mineral yang lebih tinggi. Menurut USDA (2019) kadar serat kasar pada kentang utuh lebih tinggi dibandingkan kentang yang sudah dikupas, serat kasar nya berupa hemiselulosa yang kadarnya mencapai 2,1%. Serat dalam kentang memiliki dampak yang positif bagi kesehatan diantaranya membantu sintesis bakteri baik, memperlancarkan saluran pencernaan dan mempercepat terjadinya fermentasi (Gropper, 2013)

Serat kasar tersusun atas selulosa, hemiselulosa dan lignin. Peran serat kasar bagi tubuh dapat mempercepat proses sekresi sisa makanan dalam saluran pencernaan dan dapat meningkatkan air, selulosa serta pektin. Serat kasar merupakan bagian dari pangan yang tahan terhadap panas dan tidak mudah untuk di hidrolisis oleh bahan kimia. Jika terjadi penurunan pada serat kasar bisa dipastikan hal

itu disebabkan oleh dinding sel pada bahan pangan terurai selama proses pengolahan dan terlalu lama dilakukan pengeringan sehingga kadar serat kasar akan menurun (Suprpto, 2004). Sependapat dengan Mursyid (2015) penurunan kadar pati bisa disebabkan oleh pemutusan ikatan polisakarida dan ada kerusakan pada ikatan glikosidik sehingga akan menghasilkan monosakarida dan disakarida. Berakibat kadar total polisakarida atau biasa disebut dengan serat akan menurun. Berdasarkan pada grafik kenormalan menunjukkan bahwa sebagian besar data yang mendekati pada sekitar garis normal (garis prediksi) dapat dikatakan bahwa terdapat pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon kadar serat kasar (Zulkarnain, 2019).



Gambar 20. Grafik Plot Kenormalan Terhadap Respon Kadar Serat Kasar pada Beras Analog Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan *Gel* Pati Tapioka Dan Tepung *Mocaf*

## 4.2.5. Uji Organoleptik

### 4.2.5.1. Atribut Warna

Hasil analisis pada uji organoleptik dengan atribut warna dapat dilihat pada Tabel 16 dengan memiliki rentan nilai rata-rata yaitu 3,30-3,97. Pada formulasi tersebut didapatkan nilai respon terendah pada formulasi 14 (45,00% X<sub>1</sub>, 33,00% X<sub>2</sub>, dan 7,00% X<sub>3</sub>) sedangkan nilai respon tertinggi ada pada formulasi 4 (37,00% X<sub>1</sub>, 43,00% X<sub>2</sub>, dan 5,00% X<sub>3</sub>). Model yang disarankan oleh aplikasi *Design Expert* pada taraf 5% merupakan model *Linear* dengan memiliki nilai standar deviasi sebesar 0,0535.

Tabel 16. Hasil Analisis Uji Organoleptik Atribut Warna

| Formulasi | Tepung Kentang (%) | Gel Pati Tapioka (%) | Tepung Mocaf (%) | Warna |
|-----------|--------------------|----------------------|------------------|-------|
| F1        | 41,00              | 37,00                | 7,00             | 3,67  |
| F2        | 45,00              | 34,00                | 6,00             | 3,40  |
| F3        | 39,00              | 40,50                | 5,50             | 3,80  |
| F4        | 37,00              | 43,00                | 5,00             | 3,97  |
| F5        | 43,00              | 35,50                | 6,50             | 3,63  |
| F6        | 45,00              | 33,00                | 7,00             | 3,33  |
| F7        | 37,00              | 42,00                | 6,00             | 3,90  |
| F8        | 41,00              | 39,00                | 5,00             | 3,77  |
| F9        | 37,00              | 41,00                | 41,00            | 3,87  |
| F10       | 45,00              | 35,00                | 35,00            | 3,57  |
| F11       | 41,00              | 38,00                | 38,00            | 3,70  |
| F12       | 37,00              | 41,00                | 41,00            | 3,83  |
| F13       | 45,00              | 35,00                | 35,00            | 3,47  |
| F14       | 45,00              | 33,00                | 33,00            | 3,30  |

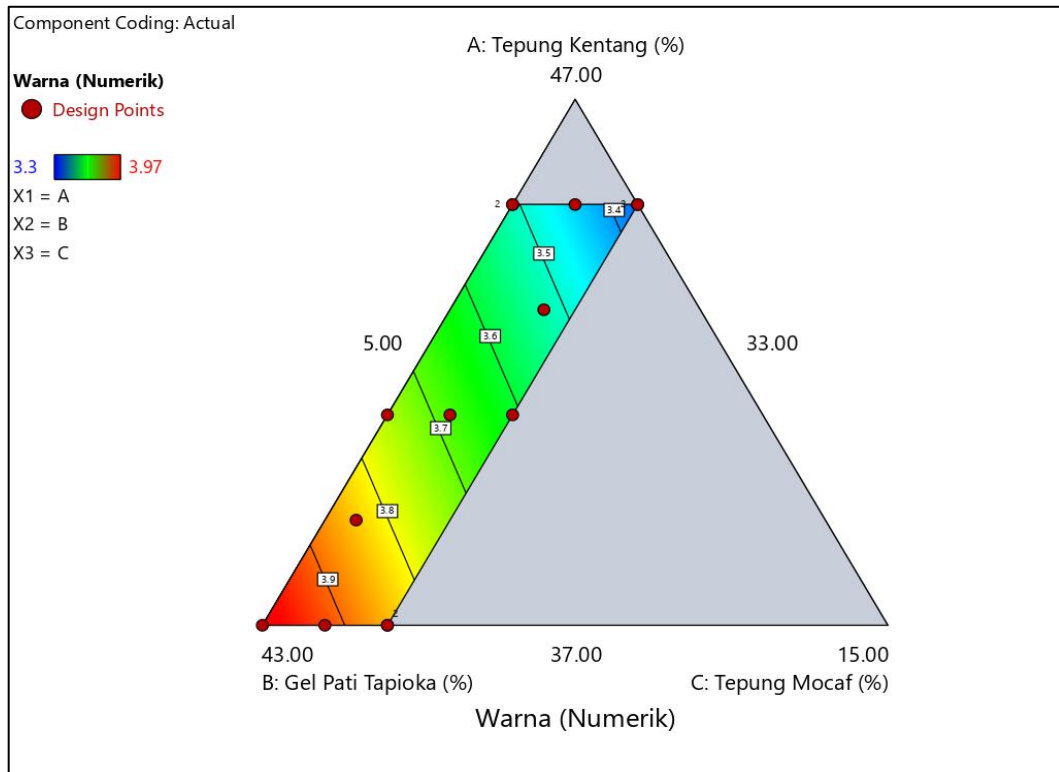
Dilihat pada ANOVA pada aplikasi *Design Expert* menunjukkan hasil pada model yaitu *significant* dengan nilai *P-value* memiliki nilai lebih kecil dari 0,05 yaitu <0,0001. *P-Value* sendiri memiliki makna yaitu nilai kesalahan pada penelitian yang dihitung secara *statistic*. Sedangkan untuk nilai 0,05 merupakan nilai alpha yang merupakan kesalahan maksimal yang menjadi patokan oleh peneliti, sehingga jika

model yang didapat dibawah dari 0,05 model tersebut *significant* (Situnis, 2021). Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi dari tepung kentang, *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* memiliki perbedaan yang *significant* terhadap atribut warna beras analog. Dilihat dari nilai *lack of fit* yang dihasilkan memberikan pernyataan *significant* dengan nilai *F-value* 1,52 dan nilai *P-value* 0,4006. Jika nilai ini mendapatkan kategori *not significant* merupakan suatu syarat suatu model baik atau terdapat adanya kesesuaian antara respon dengan model terhadap *pure error* (Zulkarnain, 2019). Menurut Rahmawaty (2017) *lack of fit* merupakan suatu penyimpangan atau ketidaktepatan terhadap model, sehingga jika pernyataan pada *lack of fit not significant* menandakan bahwa model tidak ada penyimpangan.

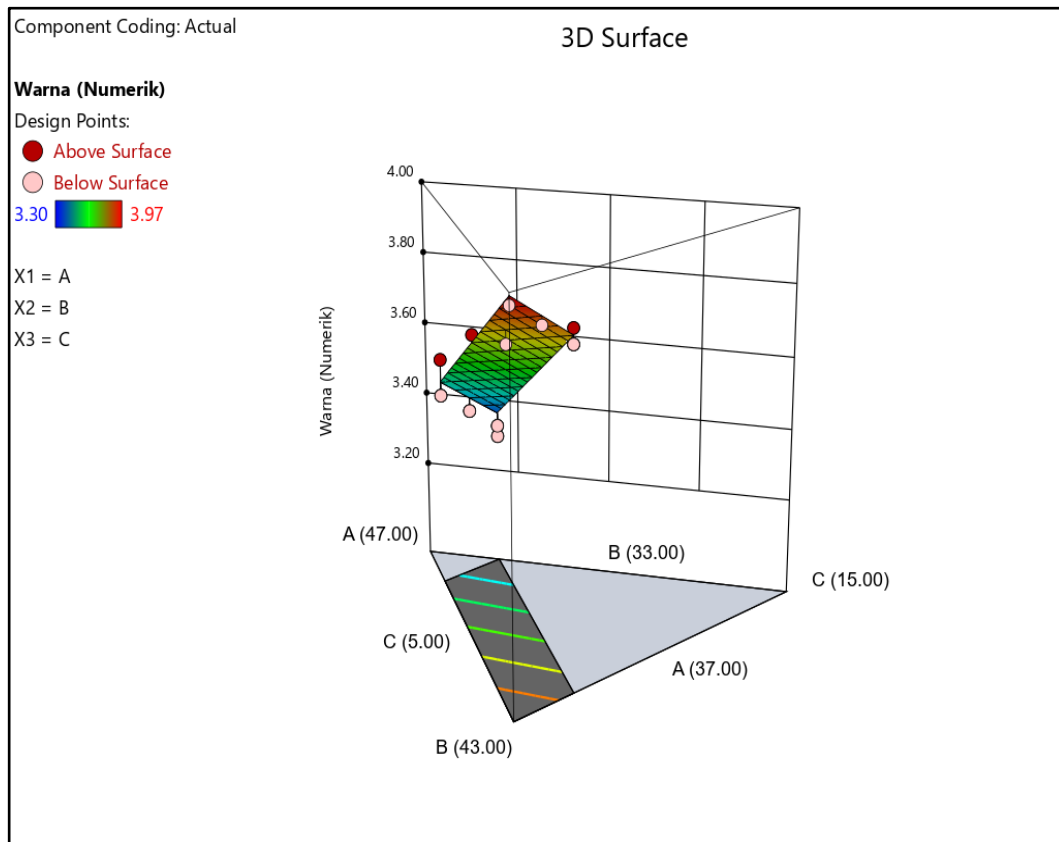
Hasil nilai lainnya pada kadar air adalah pada  $R^2$  sebesar 0,9485 yang menunjukkan bahwa seberapa jauh kemampuan model menerapkan variasi dari variabel terikat (Ghozali, 2016). Sedangkan Menurut Nesrakon (2021) nilai *Adjusted*  $R^2$  yang merupakan seberapa besar nilai model dengan adanya penambahan variabel bebas dengan memiliki nilai sebesar 0,9391. Dari hasil menggunakan aplikasi *Design Expert* didapatkan rumus fungsi yang bisa digunakan untuk memprediksi tentang respon setiap tingkatan tertentu dari setiap faktor. Adapun rumus fungsi pada atribut warna beras analog sebagai berikut  $f(x) = 0,016912 X_1 + 0,077444 X_2 + 0,007315 X_3$ . Persamaan ini menyatakan bahwa konstanta yang bernilai positif menunjukkan bahwa organoleptik atribut warna akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah komponen. Berdasarkan persamaan tersebut didapatkan organoleptik atribut warna pada beras analog akan meningkat seiring dengan penambahan tepung kentang, tepung *mocaf* dan gel pati tapioka. Tabel ANOVA bisa



dilihat hasil grafik *contour* dan *3D surface* dengan hubungan setiap faktor terhadap respon.



Gambar 21. Grafik *Contour* Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Atribut Warna Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan *Gel Pati Tapioka* Dan Tepung *Mocaf*



Gambar 22. Grafik *3D Surface* Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Atribut Warna Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan *Gel Pati Tapioka* Dan Tepung *Mocaf*

Warna merupakan karakteristik pertama yang dapat dirasakan oleh manusia saat mengidentifikasi dan merupakan pemilihan akhir makanan (Pontang, 2021). Pada grafik *contour* diatas menunjukkan bahwa respon atribut warna akan muncul dengan adanya penambahan lebih dominan pati tapioka dibandingkan tepung *mocaf* dan tepung kentang pada beras analog. Beras berwarna putih menjadi ketertarikan masyarakat Indonesia karena masyarakat berasumsi bahwa beras berwarna putih akan lebih lembut atau pulen (Fitria, 2020). Sehingga penggunaan pati tapioka bisa disenangi karena memiliki warna putih bersih yang mirip dengan susu (Boladeli, 2021) sedangkan tepung *mocaf* memiliki warna agak putih tetapi lebih putih dari

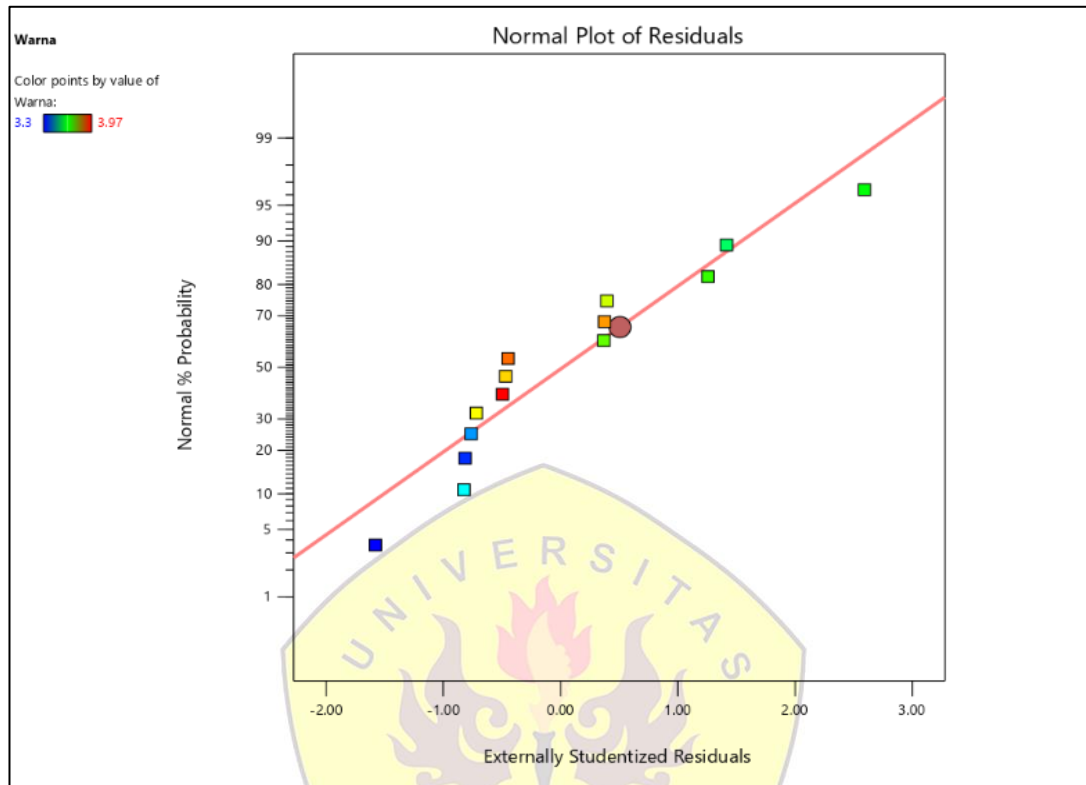
tepung singkong (Sarpras, 2021). Hal ini karena kandungan nitrogen pada tepung *mocaf* lebih rendah di banding tepung singkong. Sehingga akan terjadinya warna coklat jika terjadi proses pengeringan (Raharjo, 2013).

Sama halnya dengan tepung kentang memiliki warna yang cenderung kuning agak kecoklatan karena tepung kentang memiliki warna yang lebih rendah tingkat derajat putihnya (Effendi, 2016). Beras analog diharapkan memiliki warna yang sama dengan beras lainnya yaitu berwarna putih. Kandungan tepung kentang yang digunakan bila melebihi 60%-70% dapat merubah warna hingga kecoklatan. Hal ini bisa terjadi karena adanya kandungan karbohidrat pada kentang yang memungkinkan terjadinya reaksi maillard selama proses pengeringan.

Menurut Winarno (2002) reaksi maillard adalah reaksi antara karbohidrat terutama pada gula reduksi dengan gugus amino bebas pada protein yang menyatu menghasilkan senyawa hidroksimetil furfural kemudian senyawa furfural tersebut akan berpolimer dan membentuk senyawa melanoidin yaitu warna coklat. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Jannah (2015) penggunaan pati tapioka dengan penambahan protein udang untuk membuat beras analog menghasilkan pigmen yang berwarna coklat. Hal ini karena semakin banyak pemberian tepung udang maka warna akan semakin gelap, kandungan pada tepung udang memiliki kandungan pigmen karotenoid yang menghasilkan warna kuning hingga merah tua. Sehingga penggunaan tepung yang memiliki pigmen karotenoid (kekuning-kuningan) tidak bisa terlalu banyak dan waktu pengeringan diharapkan tidak terlalu lama.

Berdasarkan pada grafik kenormalan menunjukkan bahwa sebagian besar data yang mendekati pada sekitar garis normal (garis prediksi) dapat dikatakan bahwa

terdapat pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon atribut warna (Zulkarnain, 2019).



Gambar 23. Grafik Plot Kenormalan Terhadap Respon Atribut Warna pada Beras Analog Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan *Gel* Pati Tapioka Dan Tepung *Mocaf*

#### 4.2.5.2. Atribut Aroma

Hasil analisis pada uji organoleptik dengan atribut aroma dapat dilihat pada Tabel 17 dengan memiliki rentan nilai rata-rata yaitu 3,33-4,97. Pada formulasi tersebut didapatkan nilai respon terendah pada formulasi 4 (37,00%  $X_1$ , 43,00%  $X_2$ , dan 5,00%  $X_3$ ) sedangkan nilai respon tertinggi ada pada formulasi 6 (45,00%  $X_1$ , 33,00%  $X_2$ , dan 7,00%  $X_3$ ). Model yang disarankan oleh aplikasi *Design Expert* pada taraf 5% merupakan model *Linear* dengan memiliki nilai standar deviasi sebesar 0,1409.

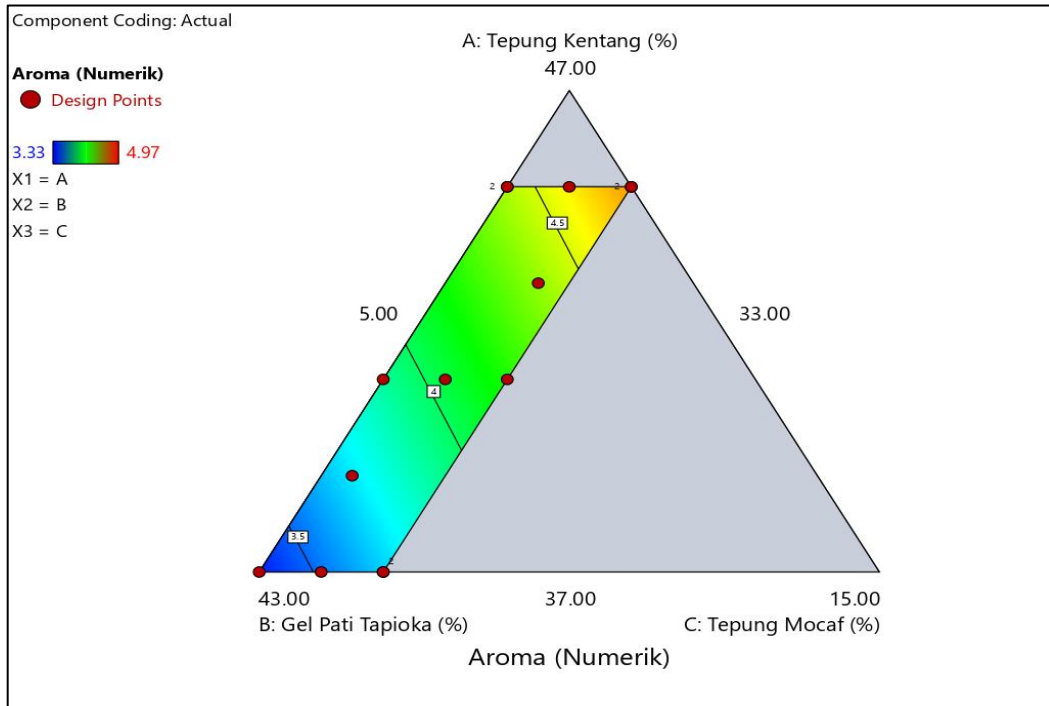
Tabel 17. Hasil Analisis Uji Organoleptik Atribut Aroma

| Formulasi | Tepung Kentang (%) | Gel Pati Tapioka (%) | Tepung Mocaf (%) | Aroma |
|-----------|--------------------|----------------------|------------------|-------|
| F1        | 41,00              | 37,00                | 7,00             | 4,07  |
| F2        | 45,00              | 34,00                | 6,00             | 4,63  |
| F3        | 39,00              | 40,50                | 5,50             | 3,90  |
| F4        | 37,00              | 43,00                | 5,00             | 3,33  |
| F5        | 43,00              | 35,50                | 6,50             | 4,20  |
| F6        | 45,00              | 33,00                | 7,00             | 4,97  |
| F7        | 37,00              | 42,00                | 6,00             | 3,50  |
| F8        | 41,00              | 39,00                | 5,00             | 3,93  |
| F9        | 37,00              | 41,00                | 41,00            | 3,70  |
| F10       | 45,00              | 35,00                | 35,00            | 4,57  |
| F11       | 41,00              | 38,00                | 38,00            | 4,00  |
| F12       | 37,00              | 41,00                | 41,00            | 3,67  |
| F13       | 45,00              | 35,00                | 35,00            | 4,23  |
| F14       | 45,00              | 33,00                | 33,00            | 4,67  |

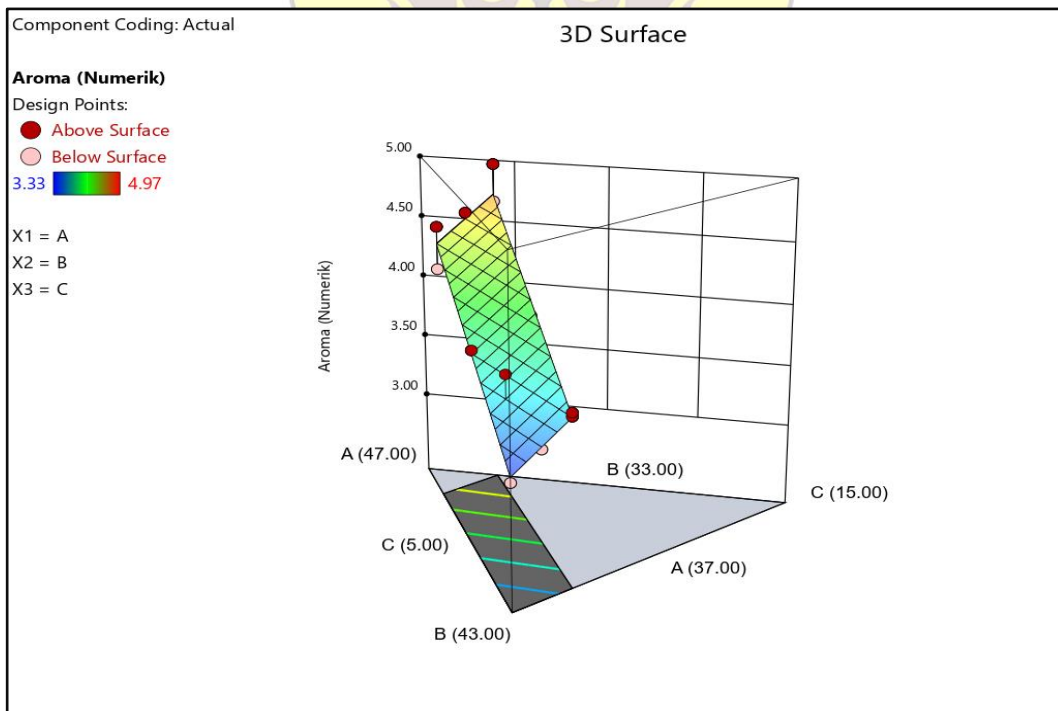
Dilihat pada ANOVA pada aplikasi *Design Expert* menunjukkan hasil pada model yaitu *significant* dengan nilai *P-value* memiliki nilai lebih kecil dari 0,05 yaitu  $< 0,0001$ . *P-Value* sendiri memiliki makna yaitu nilai kesalahan pada penelitian yang dihitung secara *statistic*. Sedangkan untuk nilai 0,05 merupakan nilai alpha yang merupakan kesalahan maksimal yang menjadi patokan oleh peneliti, sehingga jika model yang didapat dibawah dari 0,05 model tersebut *significant* (Situnis, 2021). Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi dari tepung kentang, gel pati tapioka dan tepung mocaf memiliki perbedaan yang *significant* terhadap atribut aroma beras analog. Dilihat dari nilai *lack of fit* yang dihasilkan memberikan pernyataan *significant* dengan nilai *F-value* 0,4187 dan nilai *P-value* 0,8555. Jika nilai ini mendapatkan kategori *not significant* merupakan suatu syarat suatu model baik atau terdapat adanya kesesuaian antara respon dengan model terhadap *pure error*. Menurut Rahmawaty (2017) *lack of fit* merupakan suatu penyimpangan atau

ketidaktepatan terhadap model, sehingga jika pernyataan pada *lack of fit not significant* menandakan bahwa model tidak ada penyimpangan.

Hasil nilai lainnya pada kadar air adalah pada  $R^2$  sebesar 0,9269 yang menunjukkan bahwa seberapa jauh kemampuan model menerapkan variasi dari variabel terikat (Ghozali, 2016). Sedangkan Menurut Nesrakon (2021) nilai *Adjusted R<sup>2</sup>* yang merupakan seberapa besar nilai model dengan adanya penambahan variabel bebas dengan memiliki nilai sebesar 0,9136. Dari hasil menggunakan aplikasi *Design Expert* didapatkan rumus fungsi yang bisa digunakan untuk memprediksi tentang respon setiap tingkatan tertentu dari setiap faktor. Adapun rumus fungsi pada atribut aroma beras analog sebagai berikut  $f(x) = 0,106046 X_1 - 0,026675 X_2 + 0,119212 X_3$ . Persamaan ini menyatakan bahwa konstanta yang bernilai positif menunjukkan bahwa organoleptik atribut aroma akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah komponen. Berdasarkan persamaan tersebut didapatkan organoleptik atribut aroma pada beras analog akan meningkat seiring dengan penambahan tepung kentang dan tepung *mocaf* sebaliknya akan terjadi penurunan ketika ditambahkan *gel* pati tapioka sehingga beras analog memiliki organoleptik atribut aroma yang rendah. Tabel ANOVA bisa dilihat hasil grafik *contour* dan *3D surface* dengan hubungan setiap faktor terhadap respon.



Gambar 24. Grafik *Contour* Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Atribut Aroma Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan *Gel Pati Tapioka* Dan *Tepung Mocaf*



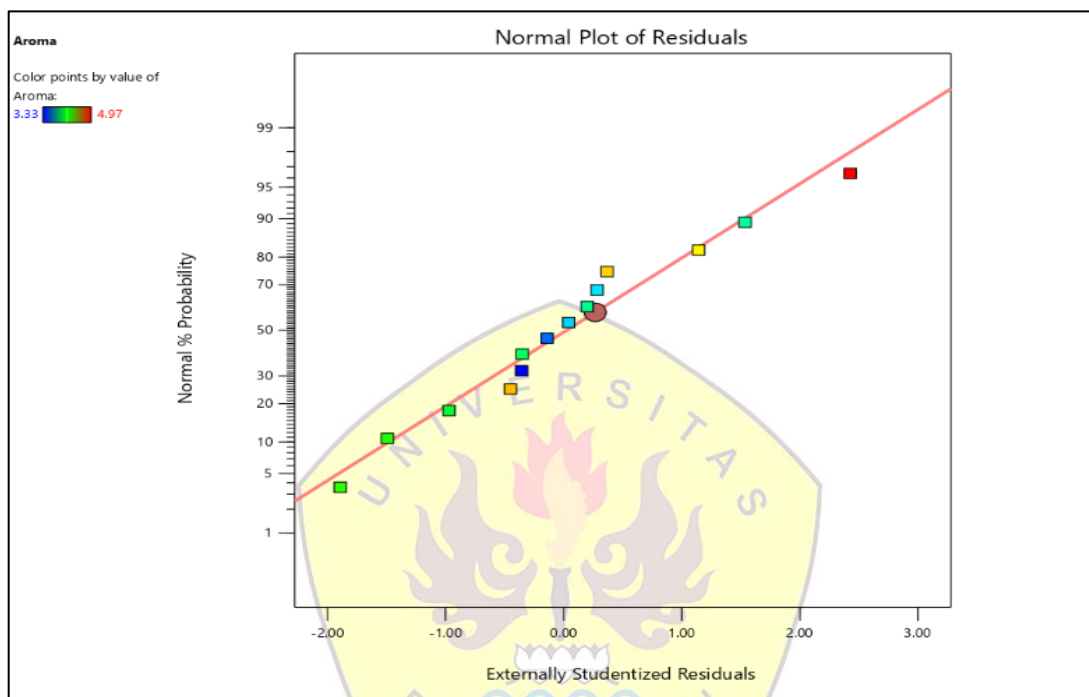
Gambar 25. Grafik *3D Surface* Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Atribut Aroma Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan *Gel Pati Tapioka* Dan *Tepung Mocaf*

Aroma merupakan salah satu penilaian dengan menggunakan indera manusia yaitu dengan system penciuman (olfaktori). Pada grafik *contour* dan *3D surface* diatas menunjukkan bahwa respon atribut aroma akan muncul dengan lebih dominan penambahan tepung *mocaf* di bandingkan dengan pati tapioka dan tepung kentang pada beras analog. Hal ini disebabkan oleh tepung *mocaf* yang tidak memiliki bau khas singkong karena dilakukannya proses fermentasi yang dapat menghilangkan aroma khas singkong pada tepung *mocaf* sebaliknya pada pati tapioka yang memiliki aroma khas singkong (Ully, 2022). Proses fermentasi pada tepung *mocaf* akan menghasilkan aroma khas yang bisa menutupi aroma ubi kayu yang cenderung tidak disukai oleh konsumen, sehingga aromanya tidak lagi berbau singkong (Yani, 2018).

Adanya tepung kentang pada beras analog dapat membantu menghasilkan aroma harum dan gurih. Hal ini dikarenakan umbi kentang yang sudah dikeringkan akan menghasilkan aroma harum gurih khas umbi kentang. Aroma gurih pada tepung kentang disebabkan oleh kandungan lemaknya sebesar 0,1 gram (Anova, 2014). Aroma sukar untuk bisa diukur sehingga biasanya akan menimbulkan pendapat yang berbeda dalam menilai kualitas aroma. Perbedaan ini disebabkan oleh setiap orang yang memiliki intensitas penciuman yang tidak sama meskipun mereka dapat membedakan aroma tetapi setiap orang akan mempunyai kesukaan yang berlainan (Fajarningsih, 2013). Aroma yang muncul akan dipengaruhi oleh jumlah bahan yang digunakan dan proses pengolahannya. Semakin lama beras analog dilakukan pengeringan maka semakin banyak senyawa yang teruapkan. Sehingga panelis tidak dapat mendeteksi perubahan aroma secara nyata (Yunita, 2015).



Berdasarkan pada grafik kenormalan menunjukkan bahwa sebagian besar data yang mendekati pada sekitar garis normal (garis prediksi) dapat dikatakan bahwa terdapat pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon atribut aroma (Zulkarnain, 2019).



Gambar 26. Grafik Plot Kenormalan Terhadap Respon Atribut Aroma pada Beras Analog Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan *Gel* Pati Tapioka Dan Tepung *Mocaf*

#### 4.2.5.3. Atribut Rasa

Hasil analisis pada uji organoleptik dengan atribut rasa dapat dilihat pada Tabel 18 dengan memiliki rentan nilai rata-rata yaitu 3,43-4,37. Pada formulasi tersebut didapatkan nilai respon terendah pada formulasi 14 (45,00%  $X_1$ , 33,00%  $X_2$ , dan 7,00%  $X_3$ ) sedangkan nilai respon tertinggi ada pada formulasi 4 (37,00%  $X_1$ , 43,00%  $X_2$ , dan 5,00%  $X_3$ ). Model yang disarankan oleh aplikasi *Design Expert* pada

taraf 5% merupakan model *Linear* dengan memiliki nilai standar deviasi sebesar 0,0846.

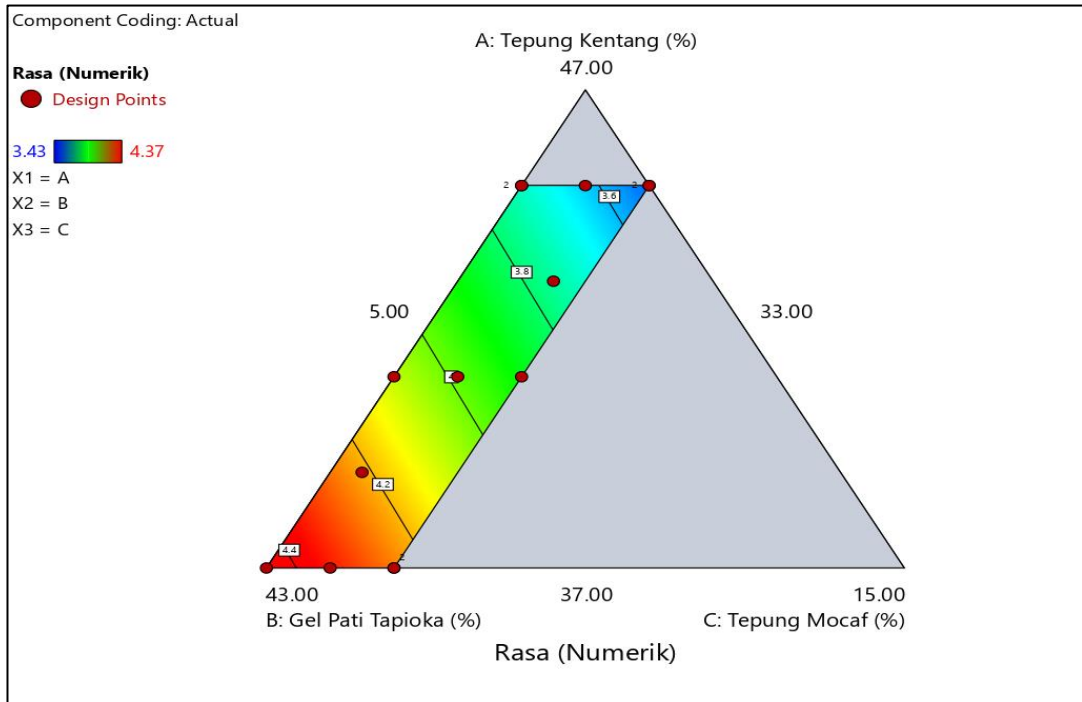
Tabel 18. Hasil Analisis Uji Organoleptik Atribut Rasa

| <b>Formulasi</b> | <b>Tepung Kentang (%)</b> | <b>Gel Pati Tapioka (%)</b> | <b>Tepung Mocaf (%)</b> | <b>Rasa</b> |
|------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------|
| F1               | 41,00                     | 37,00                       | 7,00                    | 3,93        |
| F2               | 45,00                     | 34,00                       | 6,00                    | 3,50        |
| F3               | 39,00                     | 40,50                       | 5,50                    | 4,13        |
| F4               | 37,00                     | 43,00                       | 5,00                    | 4,37        |
| F5               | 43,00                     | 35,50                       | 6,50                    | 3,87        |
| F6               | 45,00                     | 33,00                       | 7,00                    | 3,47        |
| F7               | 37,00                     | 42,00                       | 6,00                    | 4,33        |
| F8               | 41,00                     | 39,00                       | 5,00                    | 4,07        |
| F9               | 37,00                     | 41,00                       | 41,00                   | 4,33        |
| F10              | 45,00                     | 35,00                       | 35,00                   | 3,83        |
| F11              | 41,00                     | 38,00                       | 38,00                   | 4,03        |
| F12              | 37,00                     | 41,00                       | 41,00                   | 4,27        |
| F13              | 45,00                     | 35,00                       | 35,00                   | 3,77        |
| F14              | 45,00                     | 33,00                       | 33,00                   | 3,43        |

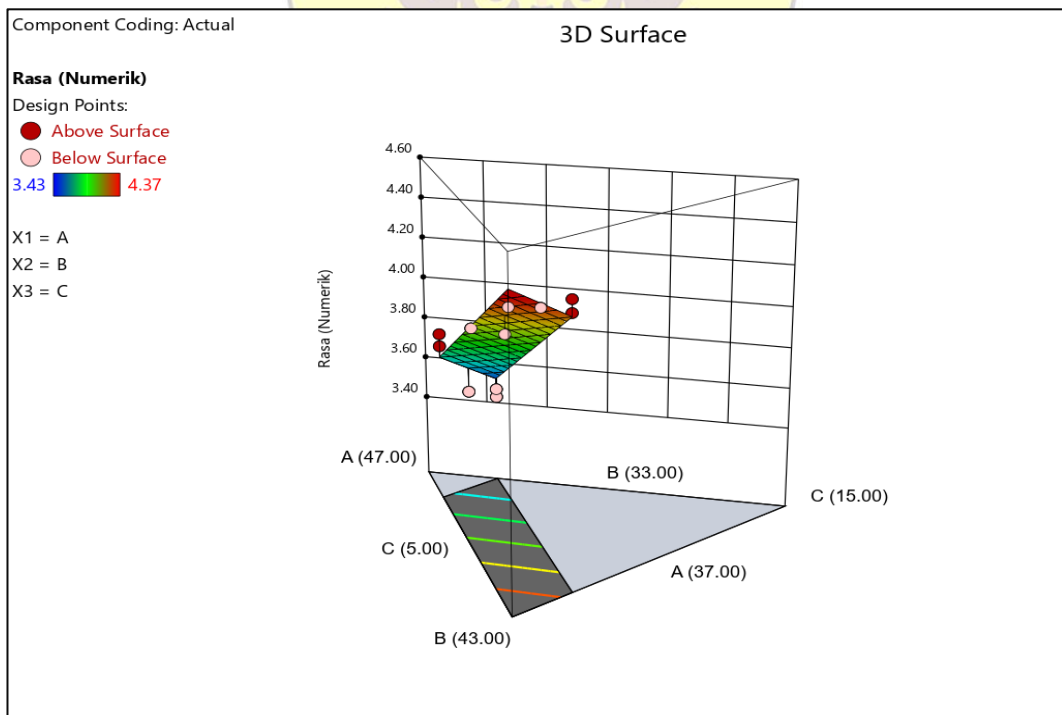
Dilihat pada ANOVA pada aplikasi *Design Expert* menunjukkan hasil pada model yaitu *significant* dengan nilai *P-value* memiliki nilai lebih kecil dari 0,05 yaitu  $< 0,0001$ . *P-Value* sendiri memiliki makna yaitu nilai kesalahan pada penelitian yang dihitung secara *statistic*. Sedangkan untuk nilai 0,05 merupakan nilai alpha yang merupakan kesalahan maksimal yang menjadi patokan oleh peneliti, sehingga jika model yang didapat dibawah dari 0,05 model tersebut *significant* (Situnis, 2021). Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi dari tepung kentang, *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* memiliki perbedaan yang *significant* terhadap atribut rasa beras analog. Dilihat dari nilai *lack of fit* yang dihasilkan memberikan pernyataan *not significant* dengan nilai *F-value* 6,34 dan nilai *P-value* 0,0783. Jika nilai ini mendapatkan kategori *not significant* merupakan suatu syarat suatu model baik atau terdapat

adanya kesesuaian antara respon dengan model terhadap *pure error* (Zulkarnain, 2019). Menurut Rahmawaty (2017) *lack of fit* merupakan suatu penyimpangan atau ketidaktepatan terhadap model, sehingga jika pernyataan pada *lack of fit not significant* menandakan bahwa model tidak ada penyimpangan.

Hasil nilai lainnya pada kadar air adalah pada  $R^2$  sebesar 0,9428 yang menunjukkan bahwa seberapa jauh kemampuan model menerapkan variasi dari variabel terikat (Ghozali, 2016). Sedangkan Menurut Nesrakon (2021) nilai *Adjusted R<sup>2</sup>* yang merupakan seberapa besar nilai model dengan adanya penambahan variabel bebas dengan memiliki nilai sebesar 0,9324. Dari hasil menggunakan aplikasi *Design Expert* didapatkan rumus fungsi yang bisa digunakan untuk memprediksi tentang respon setiap tingkatan tertentu dari setiap faktor. Adapun rumus fungsi pada atribut rasa beras analog sebagai berikut  $f(x) = 0,006453 X_1 + 0,097578 X_2 + 0,002078 X_3$ . Persamaan ini menyatakan bahwa konstanta yang bernilai positif menunjukkan bahwa organoleptik atribut rasa akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah komponen. Berdasarkan persamaan tersebut didapatkan organoleptik atribut rasa pada beras analog akan meningkat seiring dengan penambahan tepung kentang, tepung *mocaf* dan *gel pati* tapioka. Tabel ANOVA bisa dilihat hasil grafik *contour* dan *3D surface* dengan hubungan setiap faktor terhadap respon.



Gambar 27. Grafik *Contour* Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Atribut Rasa Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan *Gel Pati Tapioka* Dan Tepung *Mocaf*



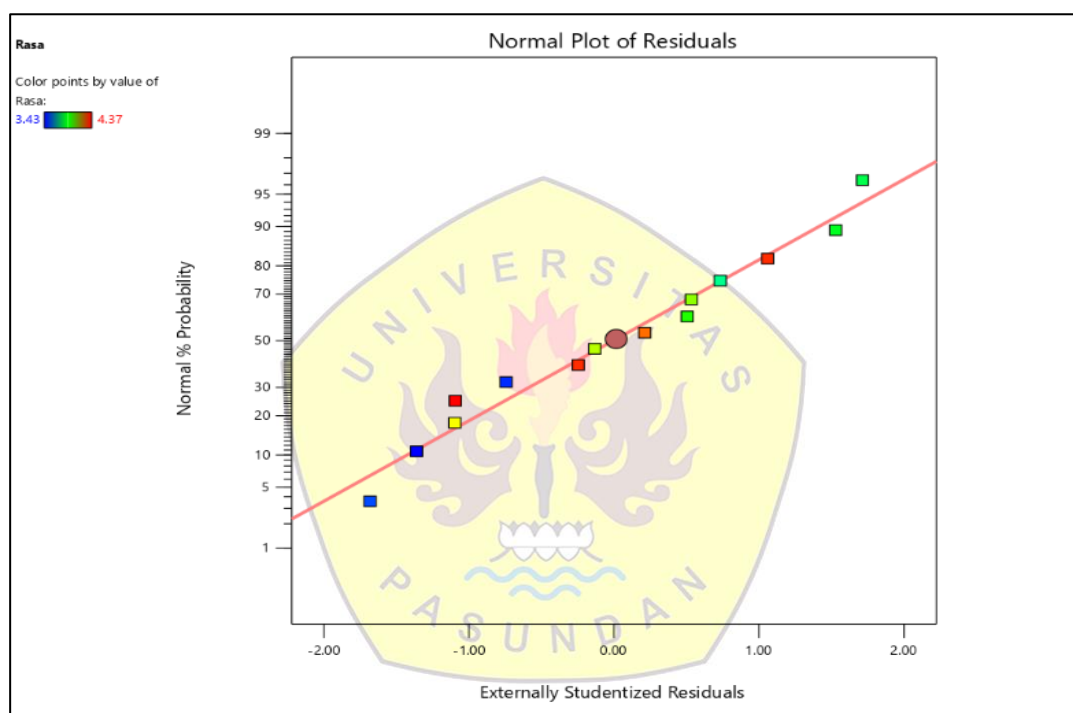
Gambar 28. Grafik *3D Surface* Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Atribut Rasa Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan *Gel Pati Tapioka* Dan Tepung *Mocaf*

Rasa pada suatu produk menjadi salah satu hal yang sangat penting agar konsumen dapat memilih suatu produk makanan. Indra pencicip berada pada rongga mulut, lidah dan langit langit sehingga dapat menghasilkan penilaiannya (Ayustiningwarno, 2010). Pada grafik *contour* dan *3D surface* diatas menunjukkan bahwa respon atribut rasa akan muncul dengan adanya penambahan lebih dominan pati tapioka dibandingkan dengan tepung *mocaf* dan tepung kentang pada beras analog. Hal ini disebabkan oleh pada pati tapioka memiliki rasa yang sedikit manis dibandingkan tepung lainnya (Fajriah, 2021). Adanya penambahan pati tapioka pada formulasi hingga konsentrasi 30% akan meningkatkan nilai kesukaan panelis pada rasa nasi dari beras analog (Hidayat, 2016). Menurut Asghar (2012) kualitas tanak pada beras dilihat dari aroma, tekstur, rasa dan karakteristik *gel* akan dipengaruhi oleh kandungan pati, protein dan lemak.

Sama seperti pati tapioka, tepung kentang memiliki cita rasa yang sedikit manis (Fajiarningsih, 2013). Tepung kentang memiliki kelebihan seperti tepung *mocaf* yaitu jika tepung kentang ditambahkan pada adonan maka produk yang terbentuk tidak akan mengubah rasa (Markaindo, 2020). Sehingga, diduga beras analog akan memiliki cita rasa manis dengan adanya pati tapioka dan tambahan tepung kentang. Berbeda dengan pati tapioka, tepung *mocaf* memiliki cita rasa netral dengan menutupi rasa singkong 70%, rasa netral ini didapatkan dari perlakuan fermentasi pada pembuatan tepung *mocaf* sehingga mengalami perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan dengan naiknya viskositas, kemudahan melarut dan kemampuan gelasi. Kelebihan *mocaf* yang tidak memiliki rasa baik asam

ataupun manis, konsumen jadi sangat menyukai menggunakan tepung *mocaf* karena bisa dicampur dengan adonan lain dan tidak menimbulkan rasa (Mardatila, 2020).

Berdasarkan pada grafik kenormalan menunjukkan bahwa sebagian besar data yang mendekati pada sekitar garis normal (garis prediksi) dapat dikatakan bahwa terdapat pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon atribut rasa (Zulkarnain, 2019).



Gambar 29. Grafik Plot Kenormalan Terhadap Respon Atribut Rasa pada Beras Analog Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan *Gel Pati* Tapioka Dan Tepung *Mocaf*

#### 4.2.5.4. Atribut Tekstur

Hasil analisis pada uji organoleptik dengan atribut tekstur dapat dilihat pada Tabel 19 dengan memiliki rentan nilai rata-rata yaitu 2,93-3,90. Pada formulasi tersebut didapatkan nilai respon terendah pada formulasi 14 (45,00%  $X_1$ , 33,00%  $X_2$ , dan 7,00%  $X_3$ ) sedangkan nilai respon tertinggi ada pada formulasi 4 (37,00%  $X_1$ , 43,00%  $X_2$ , dan 5,00%  $X_3$ ). Model yang disarankan oleh aplikasi *Design Expert* pada

taraf 5% merupakan model *Linear* dengan memiliki nilai standar deviasi sebesar 0,1096.

Tabel 19. Hasil Analisis Uji Organoleptik Atribut Tekstur

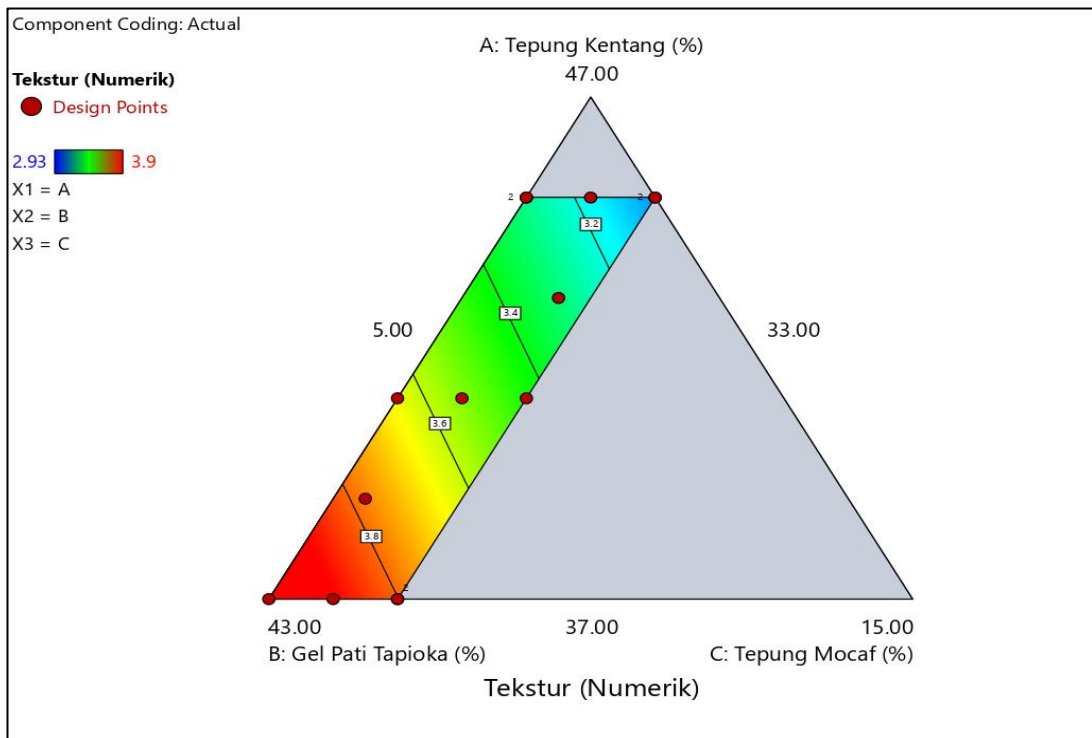
| <b>Formulasi</b> | <b>Tepung Kentang (%)</b> | <b>Gel Pati Tapioka (%)</b> | <b>Tepung Mocaf (%)</b> | <b>Tekstur</b> |
|------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------|
| F1               | 41,00                     | 37,00                       | 7,00                    | 3,53           |
| F2               | 45,00                     | 34,00                       | 6,00                    | 3,03           |
| F3               | 39,00                     | 40,50                       | 5,50                    | 3,73           |
| F4               | 37,00                     | 43,00                       | 5,00                    | 3,90           |
| F5               | 43,00                     | 35,50                       | 6,50                    | 3,50           |
| F6               | 45,00                     | 33,00                       | 7,00                    | 3,00           |
| F7               | 37,00                     | 42,00                       | 6,00                    | 3,87           |
| F8               | 41,00                     | 39,00                       | 5,00                    | 3,67           |
| F9               | 37,00                     | 41,00                       | 41,00                   | 3,83           |
| F10              | 45,00                     | 35,00                       | 35,00                   | 3,40           |
| F11              | 41,00                     | 38,00                       | 38,00                   | 3,63           |
| F12              | 37,00                     | 41,00                       | 41,00                   | 3,80           |
| F13              | 45,00                     | 35,00                       | 35,00                   | 3,27           |
| F14              | 45,00                     | 33,00                       | 33,00                   | 2,93           |

Dilihat pada ANOVA pada aplikasi *Design Expert* menunjukkan hasil pada model yaitu *significant* dengan nilai *P-value* memiliki nilai lebih kecil dari 0,05 yaitu <0,0001. *P-Value* sendiri memiliki makna yaitu nilai kesalahan pada penelitian yang dihitung secara *statistic*. Sedangkan untuk nilai 0,05 merupakan nilai alpha yang merupakan kesalahan maksimal yang menjadi patokan oleh peneliti, sehingga jika model yang didapat dibawah dari 0,05 model tersebut *significant* (Situnis, 2021). Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi dari tepung kentang, *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* memiliki perbedaan yang *significant* terhadap atribut tekstur beras analog. Dilihat dari nilai *lack of fit* yang dihasilkan memberikan pernyataan *not significant* dengan nilai *F-value* 3,99 dan nilai *P-value* 0,1413. Jika nilai ini mendapatkan kategori *not significant* merupakan suatu syarat suatu model baik atau

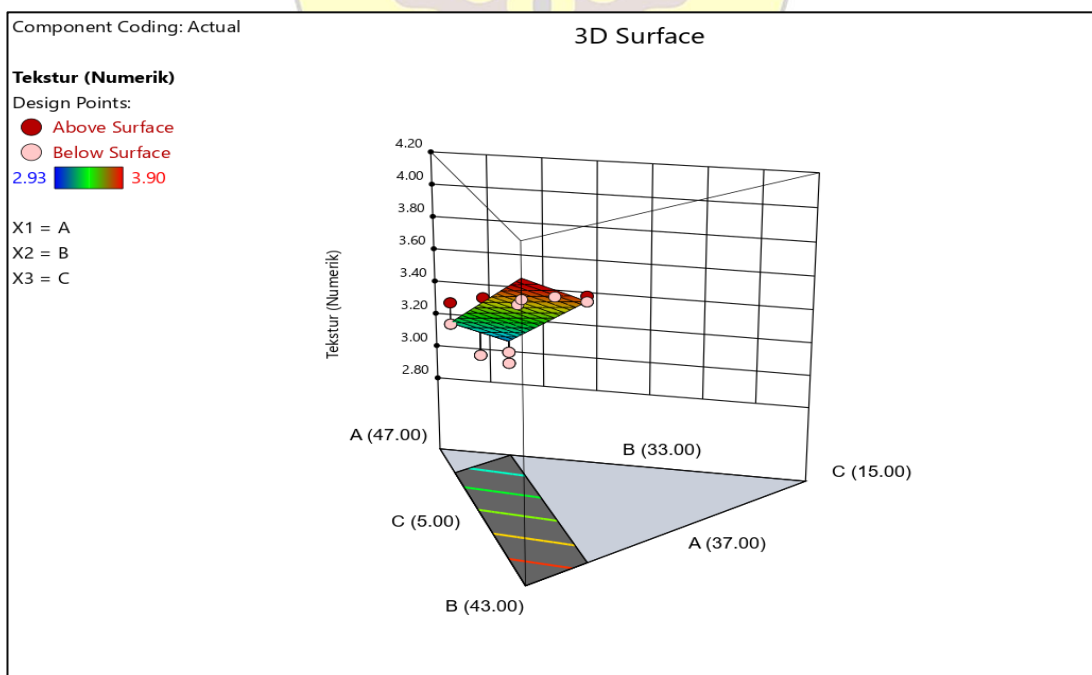
terdapat adanya kesesuaian antara respon dengan model terhadap *pure error* (Zulkarnain, 2019). Menurut Rahmawaty (2017) *lack of fit* merupakan suatu penyimpangan atau ketidaktepatan terhadap model, sehingga jika pernyataan pada *lack of fit not significant* menandakan bahwa model tidak ada penyimpangan.

Hasil nilai lainnya pada kadar air adalah pada  $R^2$  sebesar 0,9092 yang menunjukkan bahwa seberapa jauh kemampuan model menerapkan variasi dari variabel terikat (Ghozali, 2016). Sedangkan Menurut Nesrakon (2021) nilai *Adjusted*  $R^2$  yang merupakan seberapa besar nilai model dengan adanya penambahan variabel bebas dengan memiliki nilai sebesar 0,8927. Dari hasil menggunakan aplikasi *Design Expert* didapatkan rumus fungsi yang bisa digunakan untuk memprediksi tentang respon setiap tingkatan tertentu dari setiap faktor. Adapun rumus fungsi pada atribut tekstur beras analog sebagai berikut  $f(x) = 0,001624 X_1 + 0,093124 X_2 - 0,010876 X_3$ . Persamaan ini menyatakan bahwa konstanta yang bernilai positif menunjukkan bahwa organoleptik atribut tekstur akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah komponen. Berdasarkan persamaan tersebut didapatkan organoleptik atribut tekstur pada beras analog akan meningkat seiring dengan penambahan tepung kentang dan *gel pati* tapioka sebaliknya akan terjadi penurunan ketika ditambahkan tepung *mocaf* sehingga beras analog memiliki organoleptik atribut tekstur yang rendah. Tabel ANOVA bisa dilihat hasil grafik *contour* dengan hubungan setiap faktor terhadap respon.





Gambar 30. Grafik *Contour* Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Atribut Tekstur Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan *Gel Pati Tapioka* Dan *Tepung Mocaf*



Gambar 31. Grafik *3D Surface* Hubungan Setiap Faktor Terhadap Respon Atribut Tekstur Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan *Gel Pati Tapioka* Dan *Tepung Mocaf*

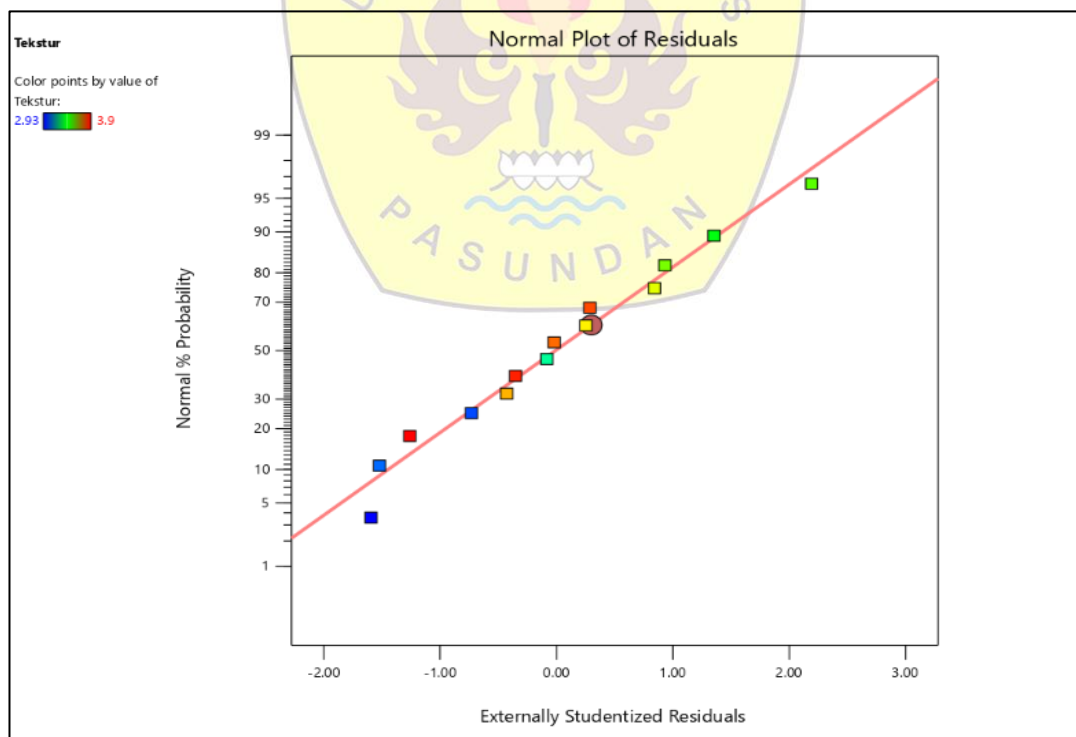
Tekstur merupakan salah satu penilaian pada uji sensoris menggunakan indra peraba untuk menentukan unsur mekanik (kekerasan), geometric (beremah) dan *mouthfeel* (berair atau berminyak) (Setyaningsih, 2010). Pada grafik *contour* diatas menunjukkan bahwa respon atribut rasa akan muncul dengan adanya penambahan lebih dominan pati tapioka dibandingkan tepung *mocaf* dan tepung kentang pada beras analog. Hal ini disebabkan oleh tekstur pada pati tapioka memiliki tekstur yang renyah, licin, plastis dan kompak. Tekstur yang terbentuk pada pati tapioka dipengaruhi oleh kadar amilopektin yang tinggi pada pati tapioka (Lestari, 2013). Pendapat yang sama diungkapkan oleh Primarasa (2020) pati tapioka memiliki tekstur yang lebih lembut dan licin dibandingkan dengan tepung terigu. Jika dicampurkan dengan air pati tapioka akan memiliki tekstur yang lengket dan kenyal.

Tekstur pada tepung kentang dengan varietas granola terbilang halus, karena tekstur pada tepung kentang yang halus semakin tinggi penambahan tepung kentang maka karakteristik beras analog akan sedikit mudah hancur. Tepung kentang memiliki sifat atau kemampuan *swelling power* dan viskositas yang lebih tinggi dibandingkan dengan pati tapioka (Alghifari, 2021). Tekstur yang halus pada tepung kentang didasari oleh kemampuan amilopektin yang dapat menambah elastisitas. Kandungan amilosa dan amilopektin pada tepung kentang yaitu sebesar 14,38% dan 76,90% (Arumsari, 2014). Sejalan dengan Winarno (2002) semakin kecil kandungan amilosa maka akan semakin tinggi kandungan amilopektin sehingga bahan akan semakin lengket.

Berbeda dengan pati tapioka, tepung *mocaf* memiliki tekstur yang lembut karena mengandung jumlah protein yang rendah. Kandungan protein pada tepung

*mocaf* berkurang akibat dari proses fermentasi pada pembuatan tepung *mocaf* (Sarpras, 2021). *Mocaf* memiliki sifat yang lebih mudah larut dalam air dan mudah mengembang jika dipanaskan, tekstur pada tepung *mocaf* lebih lunak dibandingkan dengan tepung ubi kayu ataupun terigu (Yulifianti, 2012). Tepung *mocaf* memiliki keterbatasan sebagai bahan pengental dan *filler* karena memiliki sebagian kandungan pati alami (Meikhusna, 2020).

Sehingga, diduga dengan adanya pati tapioka pada beras analog akan memiliki sifat pengental dan lengket yang lebih tinggi. Berdasarkan pada grafik kenormalan menunjukkan bahwa sebagian besar data yang mendekati pada sekitar garis normal (garis prediksi) dapat dikatakan bahwa terdapat pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon atribut tekstur (Zulkarnain, 2019).



Gambar 32. Grafik Plot Kenormalan Terhadap Respon Atribut Tekstur pada Beras Analog Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan *Gel* Pati Tapioka Dan Tepung *Mocaf*

#### 4.2.6. Penentuan Formulasi Optimal Metode Mixture D-Optimal dengan

##### Aplikasi *Design Expert* 13

Penentuan formulasi yang optimal menggunakan aplikasi *design expert* adalah tahapan yang dilakukan setelah melakukan analisis bertujuan untuk mengetahui hasil formulasi yang optimal sesuai dengan rancangan yang telah dibuat dan nilai optimasi yang diinginkan. Metode ini akan mengoptimasi data dan pengukuran respon yang dimasukkan. Hasil keluarannya adalah beberapa rekomendasi formula yang optimal menurut program (Ramadhani, 2017). Aplikasi *design expert* akan menampilkan solusi dari berbagai formulasi yang dirancang, penentuan dari formulasi yang optimal dilihat dari nilai *desirability* nya. Nilai *desirability* yang mendekati satu menandakan bahwa kemampuan aplikasi *design expert* untuk menghasilkan produk yang diinginkan akan semakin sempurna (Nurmiah, 2013).

Penentuan nilai *desirability* pada aplikasi *design expert* adalah melakukan input data dan lakukan *analyzed* terlebih dahulu. Kemudian klik tombol *numerical*, tombol *numerical* akan menampilkan kriteria setiap bahan dan respon yang diinginkan. Jenis kriteria ini terdapat dua data input yaitu *goals* dan *importance*, nilai *goals* adalah suatu parameter untuk menentukan apakah bahan atau respon tersebut harus bernilai *maksimum*, *minimum* atau *in range*. Sedangkan *importance* merupakan suatu nilai yang menentukan seberapa penting bahan dan respon tersebut pada produk. Berikut merupakan nilai *goals* dan *importance* yang digunakan pada produk beras analog berbasis tepung kentang dengan penambahan *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf*.

Tabel 20. Data *Goals, Limit, Importance* Pada Tahapan Optimalisasi Formula Beras Analog

| Variabel Bebas/Respon | Goals           | Lower Limit | Upper Limit | Importance |
|-----------------------|-----------------|-------------|-------------|------------|
| A:Tepung Kentang      | <i>in range</i> | 37          | 45          | 3          |
| B:Gel Pati Tapioka    | <i>in range</i> | 33          | 43          | 3          |
| C:Tepung Mocaf        | <i>in range</i> | 5           | 7           | 3          |
| Daya Rehidrasi        | <i>maximize</i> | 112,08      | 135,70      | 5          |
| Kadar Air             | <i>minimize</i> | 5,25        | 7,75        | 5          |
| Kadar Pati            | <i>maximize</i> | 61,71       | 73,83       | 5          |
| Kadar Serat Kasar     | <i>maximize</i> | 1,92        | 3,38        | 3          |
| Warna                 | <i>maximize</i> | 3,30        | 3,97        | 5          |
| Aroma                 | <i>maximize</i> | 3,33        | 4,97        | 5          |
| Rasa                  | <i>maximize</i> | 3,43        | 4,37        | 5          |
| Tekstur               | <i>maximize</i> | 2,93        | 3,90        | 5          |

Dari hasil data diatas didapatkan bahwa daya rehidrasi dengan hasil analisis 112,08%-135,70% dioptimalkan dengan *goals* yang *maximize* dan tingkat kepentingan yaitu (+++++). Hal ini bertujuan untuk mendapatkan nilai daya rehidrasi yang tinggi karena daya rehidrasi yang tinggi pada beras analog akan mudah menyerap atau mengikat air saat beras analog sudah menjadi kering sehingga beras analog akan tetap kering dan tahan lama (Yudanti, 2015). Respon kadar air dengan hasil analisis 5,25%-7,75% dioptimalkan dengan *goals* yang *minimize* dan tingkat kepentingannya yaitu (+++++). Hal ini bertujuan untuk mendapatkan nilai kadar air yang rendah sesuai dengan SNI 6128:2015 mengatakan bahwa beras memiliki kadar air dibawah 14% pada Mutu I dan II sedangkan untuk Mutu III dengan kadar air dibawah 15%.

Respon kadar pati dengan hasil analisis 61,71%-73,83% dioptimalkan dengan *goals* yang *maximize* dan tingkat kepentingannya yaitu (+++++). Hal ini bertujuan untuk membentuk tekstur yang rigid pada beras analog karena konsentrasi pati pada beras akan berpengaruh besar pada absorpsi air (Lii, 1996). Pada beras dengan

konsentrasi tinggi, struktur granula lebih tertutup dan rigid sehingga akan sulit untuk ditembus air. Granula pada pati akan membentuk amilosa dengan struktur kristalin sedangkan amilopektin dengan strukturnya yang amorf (Tester, 2004). Respon kadar serat kasar dengan hasil analisis 1,92%-3,38% dioptimalkan dengan *goals* yang *maximize* dan tingkat kepentingan yaitu (+++). Hal ini bertujuan untuk menjadikan nilai tambah pada beras analog, kadar serat kasar bernilai kecil karena nilai serat kasar biasanya lebih rendah dibandingkan nilai serat pangan, bahkan nilainya kurang lebih hanya seperlima dari total serat pangan (Istiqomah, 2015).

Respon organoleptik untuk atribut warna memiliki nilai 3,30-3,97, atribut aroma memiliki nilai 3,33-4,97, atribut rasa memiliki nilai 3,43-4,37 dan atribut tekstur 2,93-3,90 dengan *goals maximize* dan tingkat kepentingannya (+++++). Hal ini bertujuan untuk mengetahui rentang kesukaan pada beras analog berbasis tepung kentang dengan penambahan *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* terhadap 4 atribut tersebut.

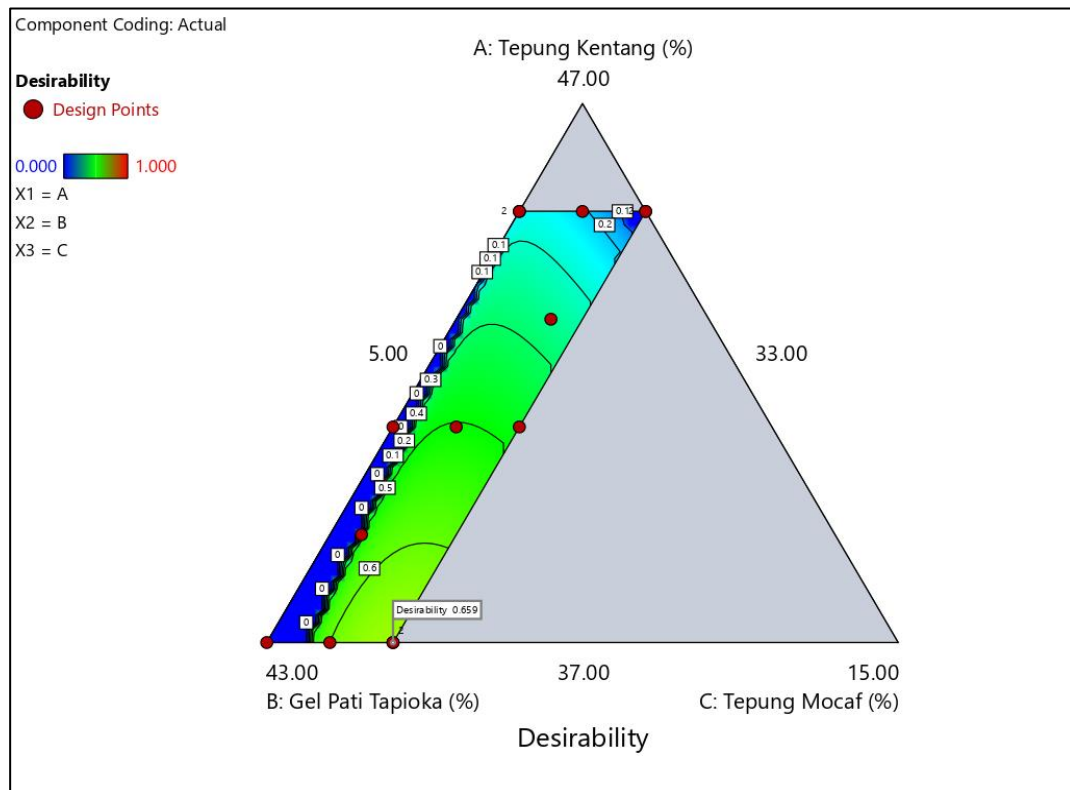
Tabel 21. Solusi Formula Terpilih Tahap Optimasi

| <b>Tepung Kentang</b> | <b>Gel Pati Tapioka</b> | <b>Tepung Mocaf</b> | <b>Desirability</b> |
|-----------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|
| 37,00%                | 41,00%                  | 7,00%               | 0,659               |

Setelah dilakukan proses pemilihan *goals* dan tingkat kepentingan pada setiap respon maka aplikasi akan memberikan beberapa solusi dengan menunjukkan satu formulasi yang terbaik dilihat dari nilai *desirability* yang mendekati satu (Zulkarnain, 2019). Nilai *desirability* yaitu suatu nilai fungsi bertujuan untuk optimasi dan melihat kemampuan program untuk memenuhi keinginan berdasarkan kriteria yang ditetapkan pada produk akhir. Nilai *desirability* yang mendekati angka satu

menunjukkan kemampuan program untuk bisa menghasilkan produk yang diinginkan semakin sempurna (S. Raissi, 2009).

Nilai *desirability* dengan angka 0,659 menunjukkan bahwa formulasi terpilih tersebut termasuk dalam kategori kuat untuk bisa digunakan pada pembuatan beras analog berbahan dasar tepung kentang, *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* (Sudjana, 2005). Adapun solusi agar formulasi ini bisa mendapatkan *desirability* mendekati angka satu adalah dengan penambahan konsentrasi pada setiap tepung. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Korompis (2016) membuat beras analog dengan campuran tepung kentang mendapatkan formulasi terpilih berdasarkan organoleptik, sifat fisik dan kimia dengan konsentrasi tepung kentang sebesar 50%. Sedangkan pada pembuatan beras analog dengan penambahan tepung *mocaf* didapatkan formulasi terpilih berdasarkan organoleptik, sifat fisik dan kimia dengan menggunakan konsentrasi tepung *mocaf* sebesar 20% (Winarti, 2018). Untuk *gel* pati tapioka sendiri di penelitian Hidayat (2016) pada beras analog dengan substitusi pati tapioka 30% sudah mendapatkan formulasi yang terbaik. Berikut merupakan tabel dan grafik yang menunjukkan nilai *desirability* dan formulasi yang terpilih untuk pembuatan produk beras analog berbasis tepung kentang dengan penambahan *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf*.



Gambar 33. Grafik *Contour Desirability* dari Keseluruhan Formula Beras Analog Berbasis Tepung Kentang Dengan Penambahan *Gel Pati Tapioka* Dan Tepung *Mocaf*

Berdasarkan pada Tabel 21 merupakan formulasi terpilih dengan menggunakan aplikasi *design expert*. Selain mendapatkan formulasi terpilih aplikasi dapat memprediksikan hasil dari setiap respon pada fomulasi yang optimal. Formulasi yang optimal tersebut akan diprediksikan untuk bisa menghasilkan daya rehidrasi sebesar 129,736%, untuk nilai kadar air sebesar 5,702%, pada nilai kadar pati sebesar 71,729% dan pada nilai kadar serat kasar sebesar 2,585%. Berikutnya prediksi hasil dari uji organoleptik pada atribut warna sebesar 3,852, pada atribut aroma sebesar 3,665, pada atribut rasa sebesar 4,254 dan pada atribut tekstur sebesar 3,802.



#### 4.2.7. Verifikasi Formula Optimal

Verifikasi pada formula yang optimal merupakan tahap terakhir dari pengujian menggunakan aplikasi *design expert*. Tahap ini bertujuan untuk memastikan kembali adakah kesesuaian antara hasil yang diprediksikan oleh aplikasi *design expert* dengan hasil analisis yang sebenarnya. Berikut merupakan hasil prediksi aplikasi *design expert* dengan hasil analisis yang sebenarnya.

Tabel 22. Hasil Verifikasi Formula Optimal pada Setiap Respon

| <i>Response</i>   | <i>Predicted Mean</i> | <i>95% CI low for Mean</i> | <b>Hasil Verifikasi Formula Optimal</b> | <i>95% CI high for Mean</i> |
|-------------------|-----------------------|----------------------------|---|-----------------------------|
| Daya Rehidrasi    | 129,736               | 127,755                    | 129,52                                  | 131,716                     |
| Kadar Air         | 5,70231               | 5,41544                    | 5,67                                    | 5,98917                     |
| Kadar Pati        | 71,7285               | 71,1621                    | 71,72                                   | 72,2949                     |
| Kadar Serat Kasar | 2,58481               | 2,29764                    | 2,48                                    | 2,87198                     |
| Warna             | 3,85216               | 3,79066                    | 3,83                                    | 3,91366                     |
| Aroma             | 3,66452               | 3,50255                    | 3,70                                    | 3,82648                     |
| Rasa              | 4,254                 | 4,15677                    | 4,23                                    | 4,35123                     |
| Tekstur           | 3,802                 | 3,67611                    | 3,76                                    | 3,92789                     |

Berdasarkan pada Tabel 22 menunjukkan bahwa semua dari respon memiliki nilai yang berada di rentang hasil dari 95% CI Low dan 95% CI High. Hal ini menandakan bahwa formulasi yang diprediksikan oleh aplikasi *design expert* 13 benar adanya. Sehingga, formulasi ini bisa digunakan untuk membuat produk beras analog berbasis tepung kentang dengan penambahan *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf*.

## V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan membahas mengenai: (5.1) Kesimpulan, dan (5.2) Saran.

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pada penelitian yang dilakukan maka dapat diambil keputusan seperti berikut:

1. Hasil penelitian pendahuluan didapatkan hasil kadar air dan uji amilografi pada bahan utama yang akan digunakan yaitu tepung kentang, *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf*. Kadar air pada tepung kentang sebesar 7,50%, pada pati tapioka sebesar 10,89% dan pada tepung *mocaf* sebesar 10,29%. Uji amilograf pada tepung kentang (*Peak* 210,50, *Trough* 192,00, BD 18,50, FV 271,50, SB 79,50, *Peak Time* 4,87, dan *Pasting Temp* error°C). Pada pati tapioka (*Peak* 3777,00, *Trough* 2054,00, BD 1723,00, FV 2690,00, SB 636,00, *Peak Time* 3,97, dan *Pasting Temp* 71,40°C). Pada tepung *mocaf* (*Peak* 2915,50, *Trough* 1296,00, BD 1619,50, FV 1969,00, SB 673,00, *Peak Time* 3,87, dan *Pasting Temp* 71,83°C).
2. Hasil penelitian ini mendapatkan hasil untuk menentukan batas bawah dan batas atas menggunakan variabel bebas yaitu untuk tepung kentang (batas bawah 37,00% dan batas atas 45,00%) pada *gel* pati tapioka (batas bawah 33,00% dan batas atas 43,00%) pada tepung *mocaf* (batas bawah 5,00% dan batas atas 7,00%).
3. Hasil penelitian utama menunjukkan bahwa pembuatan beras analog berbasis tepung kentang dengan penambahan *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* menggunakan *Design Expert* versi 13 metode *Mixture D-Optimal* dapat

dihasilkan formula optimum dengan persentasi variabel bebas yaitu 37,00% tepung kentang, 41,00% *gel* pati tapioka, dan 7,00% tepung *mocaf*. Formula tersebut menghasilkan nilai *desirability* yaitu 0,659 dan dapat menghasilkan verifikasi formula optimal pada analisis kimia yaitu daya rehidrasi 129,52%, kadar air 5,67%, kadar pati 71,72%, kadar serat kasar 2,48% dan didapatkan hasil verifikasi formula optimal analisis organoleptik yaitu warna 3,83, aroma 3,70, rasa 4,23 dan tekstur 3,76.

## 5.2. Saran

1. Proses pengeringan pada pembuatan beras analog sebaiknya memiliki ukuran yang seragam agar ketika dikeringkan panas yang dihasilkan dari *cabinet dryer* bisa menjangkau seluruh bahan yang akan dikeringkan.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengujian kandungan gizi pada beras analog berbasis tepung kentang dengan penambahan *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf* seperti kadar lemak, kadar protein, kadar vitamin dan lain-lain, sehingga didapatkan kandungan gizi beras analog yang bisa digunakan sebagai acuan dalam pengembangan beras analog.
3. Perlu dikaji lebih lanjut mengenai proses pemasakan pada beras analog supaya bisa dilakukan proses pemasakan dengan *rice cooker* seperti beras pada umumnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustia, F. C., Yovita, P. S., Hesti, P. S. 2015. **Pengembangan Biskuit Mocaf Garut Dengan Subtitusi Hati Sebagai Alternatif Biskuit Tinggi Zat Besi Untuk Balita.** *Jurnal Gizi Pangan*. 12(2) P:129-138.
- Agustin, Sukmiyati. 2011. **Kajian Pengaruh Hidrokoloid dan CaCl<sub>2</sub> Terhadap Profil Gelatinisasi Bahan Baku Serta Aplikasinya Pada Bihun Sukun.** [Tesis]. Bogor : Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Agustina, R., Syah, H., & Ridha, M. 2013. **Kajian Mutu Ikan Lele (*Clarias batrachus*) Asap Kering.** *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 5(3).
- Alghifari, Vieri dan Azizah, Dewi Nur. 2021. **Perbandingan Tepung Kentang Dan Tepung Terigu Terhadap Karakteristik Nugget.** *Edufortech* 6 (1).
- Ali, M. 2017. **Optimalisasi Formulasi Bumbu Nasi Kuning Serbuk dengan Program *Design Expert* Metode *Mixture D-Optimal*.** Skripsi. Program Studi Teknologi Pangan, Bandung: Universitas Pasundan.
- Amin, N.A. 2013. **Pengaruh Suhu Fosforilasi Terhadap Sifat Fisikokimia Pati Tapioka Termodifikasi.** Skripsi. Makassar. Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.
- Amrinola, Wiwit. 2015. **Pati Alami VS Pati Termodifikasi.** <https://foodtech.binus.ac.id/2015/10/12/pati-alami-vs-pati-termodifikasi/>. Diakses: 15 Januari 2023.
- Andarwulan, N, Kusnandar, F, Herawati, D. 2011. **Analisis Pangan.** Jakarta. Dian Rakyat
- Andhika, Y. C. R. 2017. **Karakteristik Fisikokimia Mi Kering Non Terigu dengan Perbedaan Suhu Pengeringan dan Konsentrasi Sari Wortel.** Doctoral dissertation: Unika Soegijapranata Semarang.
- Andriyanto, F., Setiawan, B., & Riana, F. D. 2013. **Dampak Impor Kentang Terhadap Pasar Kentang di Indonesia.** *Habitat*, 24(1), 59-70.
- Anova, Inda Three., Hermianti, Wilsa., dan Silfia. 2014. **Substitusi Tepung Terigu Dengan Tepung Kentang (*Solanum Spp*) Pada Pembuatan Cookies Kentang.** *Jurnal Litbang Industri* Vol. 4 No 2: 123-131.
- AOAC. 1995. ***Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemist.*** AOAC International. Virginia USA.
- Apriliani, P., Haryati S., dan Sudjatinah. 2019. **Berbagai Konsentrasi Tepung Maizena Terhadap Sifat Fisikokimia Dan Organoleptik Petis Udag.** *Jurnal Teknologi Pertanian*. Universitas Semarang. 1-9.

- Arumsari, M. D., Darmanto, Y. S., & Riyadi, P. H. 2014. **Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Tepung Kentang (*Solanum Tuberosum*) terhadap Karakteristik Pasta dari Ikan Air Tawar, Payau dan Laut.** Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan, 3(3), 75-81.
- Asghar, S., Anjum, F.M., Amir, R.M., and Khan, M.A. 2012. ***Cooking And Eating Characteristics Of Rice (Oryza Sativa L.) –A Review.*** Pakistan Journal of Food Sciences (2012), Volume 22, Issue 3, Page(s): 128-132.
- Atma, Y. (2015). **Studi Penggunaan Angkak sebagai Pewarna Alami dalam Pengolahan Sosis Daging Sapi.** Jurnal Teknologi, 7(2), 76–85
- Ayustaningwarno, F., dan Muchtadi, T.R. 2010. **Teknologi Proses Pengolahan Pangan.** Jakarta: Alfabeta.
- Badan Pusat Statistik. 2021. **Impor Beras Menurut Negara Asal Utama Tahun 2019-2021.** Jakarta Pusat: Badan Pusat Statistik.
- Badan Standarisasi Nasional. 1992. **Standar Mutu Kentang Segar.** Jakarta. SNI 01-3175-1992.
- Badan Standarisasi Nasional. 1999. **Syarat Mutu Beras.** Jakarta. SNI 01-6128-1999
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. **Syarat Mutu Pati Tapioka.** Jakarta. SNI 3451-2011
- Balai Besar Penelitian Pasca Panen Pertanian. 2009. **Karakteristik Fisiko Kimia Varietas Kentang.** <http://www.litbang.deptan.go.id/berita/one/930/>.
- Bamforth, C. H. 2005. ***Food Fermentation and Microorganisms.*** By Blacwell Science Ltd a Blackwell Publishing company.
- Bas, D., dan I. H. Boyaci. 2007. ***Modeling and Optimization I: Usability of Response Surface Methodology.*** J Food Eng 78: 836 – 845. Tersedia dalam Tiaraswara, R. A., Y. Taufik, dan L. H. Afrianti. 2016. **Optimalisasi Formulasi Hard Candy Ekstrak Daun Mulberry (*Morus sp.*) dengan Menggunakan Design Expert Metode D-Optimal.** Bandung: Universitas Pasundan.
- Batey, I. L. dan Curtin, B. M. 2000. ***Efect On Pasting Viscosity Of Starch And Flour From Different Operating Condition For Rapid Visco Analyser.*** Cereal Chemistary, 77 (6): 754-760.
- Batey, I. L. 2007. ***Interpretation of RVA Curves dalam The RVA Handbook.***
- Bendri, P. D. 2019. **Pengaruh Komposisi Tepung Mocaf dan Labu Kuning Terhadap Karakteristik Nugget Mocaf Labu Kuning.** Skripsi. Denpasar: Poltekkes Kemenkes Denpasar.

- Boladeli. 2021. **Ini Dia Bedanya Pati tapioka, Tepung Kanji dan Tepung Sagu!**. <https://www.boladeli.id/id/bola-inspirasi/ini-dia-bedanya-tepung-tapioka-tepung-kanji-dan-tepung-sagu>. Diakses: 20 Februari 2023.
- Brookfield Engineering Laboratories, 2005. *Brookfield DV-II+Pro Viscometer Operating Instruction Manual*. No. M03-165-A0404.
- Budijanto, S., dan Yuliyanti. 2012. **Studi Persiapan Tepung Sorgum (*Sorghum Bicolor L. Moench*) Dan Aplikasinya Pada Pembuaan Beras Analog**. Jurnal Teknologi Pertanian, 13 (3): 177- 186.
- Busch, J. M. 1999. *Enzymic Browning in Potatoes: a Simple Assay For a Polyphenol Oxidase Catalysed Reaction*. Biochemical Education 27(3), 171-173.
- Chandra, Lily., Marsono, Yustinus dan Sutedja, Anita Maya. 2014. **Sifat Fisikokimia Dan Organoleptik Flake Beras Merah Dengan Variasi Suhu Perebusan Dan Suhu Pengeringan**. Fakultas Teknologi Pertanian: Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
- Charles, A.L., Chang, Y.H., Ko, W.C., Sriroth, K. dan Huang, T.C. 2005. *Influence of Amylopectin Structure and Amylose Content on Gelling Properties of Five Cultivars of Cassava Starches*. Journal of Agriculture and Food Chemistry 53: 2717-2725
- Cornell, J. A. 1990. *Experiments with Mixtures, 2nd edition, John Wiley and Sons, Inc.* New York. Chichester. Brisbane. Toronto. Singapore.
- Damardjati, D. S., Widowati, S., Wargiono, J., & Purba, S. 2000. **Potensi dan Pendayagunaan Sumber Daya Bahan Pangan Lokal Serealia, Umbi-umbian, dan Kacang-kacangan untuk Penganekaragaman Pangan**. Makalah pada Lokakarya Pengembangan Pangan Alternatif, 24.
- Damayanti, D. A., Wahyuni, W., & Wena, M. 2014. **Kajian Kadar Serat, Kalsium, Protein, dan Sifat Organoleptik Chiffon Cake Berbahan Mocaf Sebagai Alternatif Pengganti Terigu**. Teknologi Dan Kejuruan: Jurnal Teknologi, Kejuruan Dan Pengajarannya, 37(1).
- Deetae, P., Shobsngob. S., Varayanond, W., Chinachoti, P., Navikul, O., Vavarinit, S. 2008. *Preparation, Pasting Properties And Freeze Thaw Stability Of Dual Modified Crosslink-Phosphorylated Rice Starch*. Carbohydr Poly ,73: 351- 358.
- Diniah. 2008. **Pengenalan Perikanan Tangkap**. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Edam, Mariati. 2017. **Aplikasi Bakteri Asam Laktat Untuk Memodifikasi Tepung Singkong Secara Fermentasi**. Jurnal Penelitian Teknologi Industri Vol. 9 No. 1 Juni 2017: 1-8. ISSN No. 2085-580X.

- Effendi, Zulman., Surawan, Fitri Electrica Dewi dan Sulastri, Yosi. 2016. **Sifat Fisik Mie Basah Berbahan Dasar Tepung Komposit Kentang Dan Tapioka**. Jurnal Agroindustri Vol. 6 No.2:57-64.
- Ekafitri, R., Kumalasari, R. dan Indrianti, N. 2011. **Karakterisasi Tepung Jagung dan Tapioka Serta Mie Instan Jagung yang Dihasilkan**. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi – IV Tanggal 29-30 November 2011. Bandar Lampung.
- Eliasson, A.C. 2004. *Carbohydrate in Food*. New York: Marcel Dekker.
- Endang, Yeyen Prestyaning dan Wanita. 2013. **Pengaruh Cara Pembuatan Mocaf Terhadap Kandungan Amilosa dan Derajat Putih Tepung**. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi.
- Eugene, & Asmoro, T. A. 2022. **Pembuatan Pizza Bebas Gluten Berbahan Dasar Tepung Ubi Ungu dan Tepung Mocaf**. Journal of Social Sciences, Volume 1 Number 2.
- Fajarningsih, H. 2013. **Pengaruh Penggunaan Komposit Tepung Kentang (*Solanum tuberosum L*) Terhadap Kualitas Cookies**. Food Science and Culinary Education Journal , 2(1).
- Fajriah, Wilda. 2021. **Beda Pati tapioka dan Tepung Maizena, Apa Saja?**. <https://lifestyle.okezone.com/read/2021/12/20/298/2519715/beda-tepung-tapioka-dan-tepung-maizena-apa-saja#:~:text=Tepung%20tapioka%20memiliki%20rasa%20yang,saus%2C%20sup%2C%20dan%20semur..> Diakses: 25 Januari 2023
- Fitria, Riska. 2020. **Ini Sebabnya Orang Indonesia Lebih Suka Beras Putih**. <https://food.detik.com/info-kuliner/d-5138108/ini-sebabnya-orang-indonesia-lebih-suka-beras-putih>. Diakses: 20 Februari 2023.
- Ghozali, Imam. 2016. **Aplikasi Analisis Multivariete Dengan Program IBM SPSS 23 (Edisi 8). Cetakan ke VIII**. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Gropper, SS, Jack, LS 2013, *Advanced Nutrition And Human Metabolism Sixth Edition*, Cengage Learning, Wadsworth.
- Guilbert, S. dan Biquet, B. 1990. *Edible Film and Coatings*. Didalam : Food Packaging Technology Vol. 1. Diedit oleh Bureau, G. Dan J.L. Multon. VCH Publisher, Inc. New York.
- Guy, R. 2001. *Extruction Cooking: Technologies and Application*. Woodhead Publishing. Cambridge, United Kingdom. ISBN 978-185-5735-59-0

- Hadiyan, I., Cahyadi, W., & Nurminabari, I. S. 2018. **Perbandingan Tepung Sorgum (*sorghum bicolor l. moench*) dengan Tepung Singkong (*Manihot Escolenta*) dan Konsentrasi Gliserol Monostearat (GMS) Terhadap Karakteristik Beras Analog Fortifikasi**. Agriekstensa: Jurnal Penelitian Terapan Bidang Pertanian, 17(2), 107-116.
- Hartiyah, S. 2022. **Pelatihan Pengolahan Kentang Mustofa Istri Petani Kentang Desa Simpangan, Batur, Banjarnegara**. Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ, 9(1), 107-111.
- Haryadi. 2006. **Teknologi Pengolahan Beras**. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hasbullah, Rokhani. 2013. **Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Mutu Beras Pratanak Pada Padi Varietas IR 64**. Jurnal Keteknikan Pertanian Vol. 27, No 1.
- Hasnelly, dkk. 2013. **Kajian Proses Pembuatan dan Karakteristik Beras Analog Ubi Jalar (*Ipomea Batatas*)**. Fakultas Teknik. Universitas Pasundan.
- Hasta L. 2013. **Pengaruh Perbandingan Pati tapioka dengan Telur Asin dan Lama Pengukusan pada Pembuatan Kerupuk Telur terhadap Daya Pengembangan dan Tingkat Kerenyahan**. Jurnal Ilmiah Peternakan. 1(1):307-313
- Herawati H, Widowati S, Prianto AP, dan Luna, P. 2009. **Pengaruh Kandungan Amilosa Terhadap Karakteristik Fisik Dan Organoleptik Nasi Instan**. Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian. 2015;12(1): 1-10.
- Hidayat, & Iyan Rifky. 2021. **Design-Expert Software sebagai Alat Optimasi Formulasi Sediaan Farmasi**. Jatinangor: Universitas Padjadjaran, Fakultas Farmasi. Majalah Farmasetika, 6 (1) 2021, 99-12.
- Hidayat, B., Akmal, S., & Suhada, B. 2016. **Penambahan Tapioka untuk Memperbaiki Kualitas Tanak Beras Analog Jagung Metode Granulasi dalam Rangka Pengembangan Pangan Fungsional Berbasis Bahan Lokal**. In Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian. Universitas Muhammadiyah Metro
- Immaningsih, N. 2012. **Profil Gelatinisasi Beberapa Formulasi Tepung-Tepungan Untuk Pendugaan Sifat Pemasakan**. Panel Gizi Makan, 35 (1): 13-22.
- Istiqomah, A. and Rustanti, N., 2015, **Indeks Glikemik, Beban Glikemik, Kadar Protein, Serat, Dan Tingkat Kesukaan Kue Kering Tepung Garut Dengan Substitusi Tepung Kacang Merah**, J. Nutr. Coll., 4 (2), 620– 627.
- Jannah, M., Tamrin, Cicih, S., & Warji. 2015. **Pembuatan dan Uji Karakteristik Fisik Beras Analog Berbahan Baku Tepung Singkong yang di Perkaya dengan Protein Udang**. Jurnal Teknik Pertanian Lampung Vol. 4 No. 1, 51-56.



- Juliano, B.O. 1972. *The Rice Caryopsis And Its Composition*. In : *Houston D.F (Ed). Rice Chemistry and Technology*. American Assosiation of Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota.
- Korompis, O. S., Mamuja, C. F., & Mandey, L. C. 2016. **Karakteristik Beras Analog dari Tepung Kentang (*Solanum tuberosom L.*) Tepung Jagung (*Zea mays L.*) dan Pati Sagu Baruk (*Arenga microcarpa Beccari*)**. Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan, 4(2), 8-18.
- Kurnia, Y. F. 2013. **Optimasi Formula Yoghurt Dari Susu Kambing Dan Jamur Dengan Mixture Design Dan Potensi Sifat Fungsionalnya**. [Thesis]. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor (ID).
- Kusumawati, D.H. dan Putri, W.D.R. 2013. **Karakteristik Fisik dan Kimia Edible Film Pati Jagung yang diinkorporasi dengan Perasan Temu Hitam**. Jurnal Pangan dan Agroindustri. 1 (1): 90-100
- Lehmann, J., J.P. da Silva Jr., Steiner, C., Nehls, T., Zech, W., and Glaser., B. 2003. *Nutrient Availability And Leaching In An Archaeologicalanthrosol And A Ferralsol Of The Central Amazon Basin: Fertilizer, Manure And Charcoal Amendments*. Plant and Soil 249:343-357 pp
- Lestari, D. 2013. **Pengaruh Substitusi Pati Tapioka Terhadap Tekstur dan Nilai Organoleptik Dodol Susu**. Disertasi. Malang: Universitas Brawijaya.
- Lii, Y.C., Tsai M.L. dan Tseng, K.H. 1996. *Effect of Amylose Content on the Rheological Property of Rice Starch*. Cereal Chemistry 73: 415-420.
- Maarif. 1989. **Teknik Optimasi Rekayasa Proses Pangan**. Bogor: PAU-Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor.
- Mailangkay BH, Paulus JM, Rogi JEX. 2012. **Pertumbuhan dan Produksi Dua Varietas Kentang (*Solanum tuberosum L.*) Pada Dua Ketinggian Tempat**. Eugenia. 18 (2):161-170.
- Mardatila, Ani. 2020. **Perbedaan Mocaf dan Tapioka Beserta Masing-Masing Kelebihan dan Kekurangannya**. <https://www.merdeka.com/sumut/perbedaan-mocaf-dan-tapioka-beserta-masing-masing-kelebihan-dan-kekurangannya-kln.html>. Diakses: 25 Januari 2023
- Markaindo. 2020. **Kegunaan Potato Starch Yang Harus Anda Ketahui**. <https://markaindo.com/2020/04/22/kegunaan-potato-starch-yang-harus-anda-ketahui/>. Diakses: 25 Januari 2023.
- Martunis. 2012. **Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan Terhadap Kuantitas dan Kualitas Pati Kentang Varietas Granola**. Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia. 4(3). 26-30.

- Meikhusna, Faridatul. 2020. **Modifikasi MOCAF (Modified Cassava Flour) Secara Enzimatis Menggunakan Enzim  $\alpha$ -Amilase**. Skripsi. Fakultas Teknik Agricultural. Prodi Teknik Agricultural. UNEJ: Jember.
- Moorthy SN. 2004. **Tropical sources of starch. Di dalam: Ann-Charlotte**. New York: CRC Press
- Mulyono, D., Syah, M. J. A., Sayekti, A. L., & Hilman, Y. 2017. **Kelas Benih Kentang (*Solanum tuberosum L.*) Berdasarkan Pertumbuhan, Produksi, dan Mutu Produk**. J. Hort. Vol. Indonesia, 27(2), 209–216.
- Mumtazah, Syarifah., Romadhon., Suharto, Slamet. 2021. **Pengaruh Konsentrasi Dan Kombinasi Jenis Tepung Sebagai Bahan Pengisi Terhadap Mutu Petis Dari Air Rebusan Rajungan**. Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan Vol. 3 No. 2
- Mursyid, M. 2015. **Penurunan Kadar Serat Pangan, Pengaruh Panas dan Reaksi Maillard**. <http://mursyid1987.blogspot.co.id/2014/01/penurunan-kadar-seratpangan-pengaruh.html>. Diakses: 25 Januari 2023.
- Musita, N. 2009. **Kajian Kandungan dan Karakteristik Pati Resisten Dari Berbagai Varietas Pisang**. Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian. 14 : 68-69.
- Negri, Lely Kusumawati. 2016. **Pengaruh Penambahan Natrium Metabisulfit terhadap Mutu Tepung Bentul (*Colocasia asculenta (L.) Schott*)**. Karya Tulis Ilmiah. Malang: Akademi Analisis Farmasi dan Makanan.\
- Nesrakon.2021. **R-Squared Vs Disesuaikan R-Squared: Apa Bedanya?**. <https://id.nesrakonk.ru/whats-difference-between-rsquared-and-adjusted-rsquared/#:~:text=Adjusted%20R%2Dsquared%20digunakan%20untuk,ditentukan%20oleh%20penambahan%20variabel%20independen..> Diakses: 1 Maret 2023
- Niken, Ayuk dan Dicky Adepristian. 2013. **Isolasi Amilosa dan Amilopektin dari Pati Kentang. Jurnal. Teknik Kimia**. Universitas Diponegoro.
- Noviasari, S., F. Kusnandar, A. Setiyono dan S. Budijanto. 2015. **Beras Analog Sebagai Pangan Fungsional dengan Indeks Glikemik Rendah**. Jurnal Gizi Pangan 10(3) : 225- 232.
- Noviasari, S., Kusnandar, F., & Budijanto, S. 2013. **Pengembangan Beras Analog dengan Memanfaatkan Jagung Putih [*Development of White Corn-Based Rice Analogues*]**. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, 24(2), 194-194.

- Nugroho, A. 2012. **Pemanfaatan Software dalam Penelitian**. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada. Tersedia dalam Rezkywianti, Siska. 2016. **Optimalisasi Formulasi Tepung Terigu, Tepung Pare, dan Tepung Daun *Black Mulberry* dalam Karakteristik Mi Kering Menggunakan Aplikasi Design Expert Metode Mixture D-Optimal**. Skripsi. Bandung: Universitas Pasundan.
- Nurmiah, Sitti. 2013. **Aplikasi Response Surface Methodology pada Aplikasi Optimalisasi Kondisi Proses Pengolahan Alkali Treated Cottonii (ATC)**. JPB Kelautan dan Perikanan Vol. 8 No. 1 Tahun 2013: 9–22. Bogor.
- Nurul, dan Gina Fauziah. 2018. **Penentuan Formulasi Bubur Instan Makanan Pendamping ASI (MPASI) Berbasis Sorgum Putih (*Sorghum bicolor L.*) Diperkaya Tepung Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris L.*) Menggunakan Design Expert Metode D-Optimal**. Program Studi Teknologi Pangan. Bandung: Universitas Pasundan.
- Nurtama, B., S.Nurmiah, R.Syarief, dan R.Peranginangin. 2013. **Aplikasi Response Surface methodology Pada Optimasi Kondisi Proses pengolahan Alkali Treated Cottonii (ATC)**. JPB Kelautan dan Perikanan Vol.8 No.1 Tahun 2013: 9 – 22.
- Oates, C. G. 1997. **Towards an Understanding of Starch Granula Structure and Hydrolysis**. Trends Food Sci. Technol. 8 , 375-382.
- Pakpahan, R., Ng, J., & Sandro, K. A. 2019. **Eksperimental Kue Klepon Berbahan Dasar Tepung Kentang dan Tepung Ubi Jalar**. Jurnal Hospitality dan Pariwisata, 5(2).
- Pangestuti., Syamsir, Bernadetha Dyah., dan Elvira. 2010. **Karakterisasi tapioka dari beberapa varietas ubi kayu (*Manihot esculenta Crantz*)**. Skripsi. Fakultas Teknologi Agrikultura. Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan : IPB.
- Plata-Oviedo, M. dan Camargo, C. 1998. **Effect Of Acid Treatments And Drying Processes On Physico-Chemical Functional Properties Of Cassava Starch**. Journal of The Science of Food and Agriculture, 77: 103-108.
- Pontang, G. S., & Wening, D. K. 2021. **Formulasi Snack Bar Berbahan Dasar Tepung Mocaf Dan Tepung Kacang Merah Sebagai Makanan Selingan Bagi Atlet**. Journal Of Nutrition College , 10(3), 218–226.
- Primarasa. 2020. **Maizena, Tapioka Dan Sagu, Sama Kah?**. <https://www.primarasa.co.id/bahan-bumbu/maizena-tapioka-dan-sagu-sama-kah-#:~:text=Tepung%20tapioka%20memiliki%20tekstur%20yang,putih%20dan%20mirip%20dengan%20susu>. Diakses: 25 Januari 2023.

- Priyanto, Andy Agus., Jayus dan Palupi, Niken Widya. 2015. **Evaluasi Mutu Nasi Hasil Pemasakan Beras Varietas Ciherang Dan Ir-66**. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Hasil Pertanian: Universitas Jember.
- Purwani, E.Y., Widaningrum, Thahir R, Muslich. 2006. *Effect of Moisture Treatment of Sago Starch on its Noodle Quality*. Indonesian J Agr Sci 7:8-14.
- Rahmawaty, Fitri., Sutanto, Hery Tri. 2017. **Penerapan Metode Permukaan Respon Untuk Optimalisasi Proses Sealing Pada Pengemasan Produk Makanan Jelly**. Skripsi. Jurusan Matematika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam: Universitas Negeri Surabaya.
- Ramadhani, L. S. 2017. **Pengaruh Penambahan Ekstrak Kulit Nanas (*Ananas comosus Merr.*) dan Lama Fermentasi terhadap Karakteristik Tepung Mocaf**. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Ramadhani, Reshita Amalia., Riyadi, Dody Herdian Saputra., Triwibowo, Bayu., dan Kusumaningtyas, Ratna Dewi. 2017. **Review Pemanfaatan Design Expert untuk Optimasi Komposisi Campuran Minyak Nabati sebagai Bahan Baku Sintesis Biodiesel**. J. Tek. Kim Ling Vol 1 (1): 11-16.
- Ramlah, 1997. **Sifat Fisik Adonan Mie Dari Gandum Dengan Penambahan Kansui, Telur dan Ubi Kayu**. Thesis Master UGM : Yogyakarta.
- Raysita, N. 2013. **Pengaruh Proporsi Tepung Terigu dan Tepung Mocaf (*Modified Cassava Flour*) Terhadap Tingkat Kesukaan Chiffon Cake**. Jurnal Tata Boga, 2(2).
- Rezona, Y. 2021. **Pengaruh Substitusi Tepung Kentang terhadap Kualitas Kulit Pie**. Disertasi. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Rismayani. 2007. **Usaha Tani dan Pemasaran Hasil Pertanian**. Medan: USU-Press.
- Rukmana, R. 1997. **Kentang Budidaya dan Pasca Panen**. Yogyakarta: Kanisius.
- S. Raissi, R.E. Farzani. 2009. *Statistical Process Optimization Through Multi-Response Surface Methodology*, World Academy of Science, Engineering and Technology, hal. 267±271.
- Salim, Emil. 2011. **Mengolah Singkong Menjadi Tepung MOCAF Bisnis Produk Alternatif pengganti Terigu**. Yogyakarta. Lily Publisher.
- Samad, Y. 2003. **Pembuatan Beras Tiruan (*Artificial Rice*) dengan Bahan Baku Ubi Kayu Dan Sagu**. Jurnal Sains dan Teknologi. Volume II Halaman 36-40. Jakarta.
- Samadi. 2007. **Kentang dan Analisis Usaha Tani**. Yogyakarta: Kanisius.

- Santoso, A. D., Warji, Novita, D. D., & Tamrin. 2013. **Pembuatan dan Uji Karakteristik Beras Analog Berbahan Dasar Tepung Jagung**. Jurnal Teknik Pertanian Lampung. 2(1), 27-34.
- Saputrayadi, A., & Marianah, M. 2018. **Kajian Mutu Stik Kentang (*Solanum tuberosum L.*) Dengan Lama Perendaman Dalam Natrium Bisulfit**. Jurnal Agrotek Ummat, 11-18.
- Sari FK, Nurhayati, Djumarti. 2013. **Ekstraksi Pati Resisten Dari Tiga Varietas Kentang Lokal yang Berpotensi Sebagai Kandidat Prebiotik**. B Ilm Pertanian. 1 (2): 38-42.
- Sarpras. 2021. **Mengenal Mocaf (*Modified Cassava Flour*)**. <https://dpkp.jogjaprovo.go.id/baca/Mengenal+Mocaf+%28Modified+Cassava+Flour%29/161121/2fd4ffd3878ba7d31d6aec01c1c9dae55e4211336dc22c46e761e6827d31da89400>. Diakses: 24 Januari 2023.
- Sasmitaloka, Kirana S., Widowati, Sri., dan Sukasih, Ermi. 2020. **Karakterisasi Sifat Fisikokimia, Sensori, Dan Fungsional Nasi Instan Dari Beras Amilosa Rendah**. Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian Vol 17 No.1: 1-14
- Setyabudi, F., Hariyadi, P., Budijanto, S., Syah, D. 2013. **Teknologi Proses Ekstruksi Untuk Membuat Beras Analog (*Extrusion Process Technology of Analog Rice*)** : Review Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Southeast Asian Food and Agricultural Science and Technology (SEAFEST) Center, LPPM, IPB.
- Setyaningsih. D., Apriyantono, A., dan Sari, M.P. (2010). **Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Agro**. Bogor (ID). IPB Press
- Sharma, S. K., S. J. Mulvaney dan S. S. H. Rizvi. 2000. **Food Processing Engineering**. A John Wiley and sons Inc. New York.
- Sihombing, I.K., Siagian, A., & Sibuea, P. 2019. **Kajian Proses Pembuatan Beras Analog dari Tepung Komposit dan Tepung Tulang Sapi dengan Penambahan Carboxymethylcellulose serta Uji Hedonik**. Skripsi. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Singgih, W. D., & Harijono, H. 2015. **Pengaruh Substitusi Proporsi Tepung Beras Ketan dengan Kentang pada Pembuatan Wingko Kentang [*In Press September 2015*]**. Jurnal Pangan dan Agroindustri, 3(4).
- Singh, N., Singh, J., Kaur, L., Sodhi, N. S., Gill, B. S. 2003. **Morphological, Thermal And Rheological Properties Of Starches From Different Botanical Sources Review**. Food Chemistry 81:219-231
- Singh, N., A. Jha, A. Chaudhary, dan A. Upadhyay. 2006. **Enhancement Of The Functionality Of Bread By Incorporating Of Shatavari (*Asparagus Racemosus*)**. J. Food Sci. Technology 51(9): 2038-2045.

- Situnis. 2021. **Apa Itu P-Value dan Bagaimana Cara Menulis P-Value Yang Benar?.** <https://www.situnis.com/2021/01/Cara-menulis-P-Value-yang-Benar.html>. Diakses: 1 Maret 2023.
- Soekarto, S. 2002. **Penilaian Organoleptik Untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian.** Jakarta: Bharata Karya Aksara.
- Srihari, E., Lingganingrum, F. S., & Alvina, I. 2016. **Rekayasa Beras Analog Berbahan Dasar Campuran Tepung Talas, Tepung Maizena dan Ubi Jalar.** Jurnal Teknik Kimia, 11(1), 14-19.
- Stat-Ease. 2021. **Handbook For Experimenters.** Stat-Ease, Inc. 2021 East Hennepin Ave, Suite 480 Minneapolis, MN 55413
- Suarni, Sutrisno, Widowati, S., Suismono dan O. Komalasari. 2002. **Petunjuk Teknis Proses Pembuatan Aneka Tepung dari Bahan Pangan Sumber Karbohidrat Lokal.** Balai Penelitian Pasca Panen Pertanian. Jakarta
- Sudarmadji, Slamet. 2010. **Analisa Bahan Makanan dan Pertanian.** Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Sudjana. 2005. **Metode Statistika.** Bandung: Tarsito
- Sukri, N., Kusnandar, F., & Purnomo, E. H. **Pengaruh Penambahan Natrium Metabisulfit Terhadap Karakteristik Tepung Walur (*Amorphophallus campanulatus* var. *Sylvetris*).** Jurnal Teknotan Vol. 8 No. 3. Institut Pertanian Bogor.
- Suprpto. 2004. **Pengaruh Lama *Blanching* Terhadap Kualitas Stik Ubijalar (*Ipoema Batatas L.*) Dari Tiga Varietas.** Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang
- Syamsir, E., Purwiyatno, H., Dedi, F., Nuri, A., dan Feri, K. 2012. **Karakteristik Tapioka dari Lima Varietas Ubi Kayu (*Manihot utilisima* Crantz) Asal Lampung.** Jurnal Agrotek 5(1): 93-105.
- Tester, R.F., Karkalas, J. dan Xi, Q. 2004. ***Starch Structure And Digestibility Enzyme- Substrate Relationship.*** World's Poultry Science Journal 60: 186-196.
- Tiaraswara. 2015. **Optimalisasi Formulasi *Hard Candy* Ekstrak Daun *Mulberry* (*Morus Sp.*) Dengan Menggunakan *Design Expert* Metode *D-Optimal*.**[skripsi]. Program Teknologi Pangan. Universitas Pasundan. Bandung
- Triana, R. N., Andarwulan, N., Adawiyah, D. R., Agustin, D., Kesenja, R., & Gitapratwi, D. 2016. **Karakteristik Fisikokimia dan Sensori Mi dengan Substitusi Tepung Kentang.** Jurnal Mutu Pangan: *Indonesian Journal of Food Quality*, 3(1), 35-44.

- Ully, Shella Rafiqah. 2022. **Apa Perbedaan Tepung Mocaf dan Pati tapioka? Ini Jawaban Lengkapnya!**. <https://www.lemonilo.com/blog/ketahui-perbedaan-tepung-mocaf-dan-tepung-tapioka>. Diakses: 25 Januari 2023.
- United States Potato Board. 2016. *Product Descriptions: Dehydrated Potatoes*. USA
- Utomo, D., Rekna, W dan Rakhmad, W. 2013. **Pemanfaatan Ikan Gabus (*Ophiocephalus striatus*) Menjadi Bakso dalam Rangka Perbaikan Gizi Masyarakat dan Upaya Meningkatkan Nilai Ekonomisnya**. Skripsi Fakultas Pertanian. Pasuruan: Universitas Yudharta Pasuruan.
- Vavarinit, S., Shobsngob, S., Varanyanond, W., Chinachoti P dan Naivikul, O. 2003. *Effect Of Amylase Contact On Gelatinisation, Retrogradation And Pasting Properties Of Flour From Different Cultivars Of Thai Rice*. *Starch-Starke*, 55 (9): 410-415
- Wahyudi. 2012. **Optimalisasi Formula Produk Ekstrusi Snack Makaroni Dari Tepung Sukun (*Artocarpus altilis*) dengan Metode Desain Campuran (*Mixture Design*)**. Bogor: IPB.
- Wibowo, Condro., Erminawati, E., Hariyanti, P., & Wicaksono, R.. 2017. **Pengaruh Perlakuan Pendahuluan terhadap Karakteristik Tepung yang dihasilkan dari Umbi Kentang Varietas Granola**. Prosiding Seminar Nasional dan *Call for Papers*. Purwokerto.
- Widara, S.S. 2012. **Formulasi dan Karakterisasi Gizi Beras Analog Terbuat dari Campuran Tepung Sorgum, Mocaf, Jagung, Maizena, dan Sagu Aren**. Skripsi. Bogor: IPB.
- Widati, Aris Sri., Widyastuti, Eny Sri., Rulita., Zenny, Muhammad Sholehul. 2017. *The Effect Of Addition Tapioka Starch On Quality Of Chicken Meatball Chips With Vacuum Frying Method*. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan* 21 (2): 11-17.
- Winarno, F.G. 1996. **Teknologi Pengolahan Rumput Laut**. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Winarno, F. G. 2002. **Kimia Pangan dan Gizi**. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Winarti, S., Djajati, S., Hidayat, R., & Jilian, L. 2018. **Karakteristik dan Aktivitas Antioksidan Beras Analog dari Tepung Komposit (Gadung, Jagung, Mocaf) dengan Penambahan Pewarna Angkak**. *Jurnal Teknologi Pangan*, 12(1), 27-40.
- Wulan, S.N., E. Saprianti, S.B. Widjanarko dan N. Kurnaeni. 2006. **Modifikasi Pati Sederhana dengan Metode Fisik, Kimia, dan Kombinasi Metode Fisik-Kimia Untuk Menghasilkan Tepung Pra-Masak Tinggi Pati Resisten yang dibuat dari Jagung, Kentang dan Ubi Kayu**. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 7:1.

- Yudanti, Yolanda Risma., Waluyo, Sri dan Tamrin. 2015. **Pembuatan Beras Analog Berbahan Dasar Tepung Pisang (*Musa Paradisiaca*)**. Jurnal Teknik Pertanian Lampung Vol. 4, No 2: 117-126
- Yulifianti, Rahmi., Ginting, Erliana., dan Utomo, Joko Susito. 2012. **Tepung Kasava Modifikasi Sebagai Bahan Substitusi Terigu Mendukung Diversifikasi Pangan**. Buletin Palawija No 23.
- Yunita, Mulya dan Rahmawati. 2015. **Pengaruh Lama Pengeringan Terhadap Mutu Manisan Kering Buah Carica (*Carica Candamarcensis*)**. Konversi Vol 4 No 2.
- Yuwono, S.S., Febrianto, K. & Dewi, N.S. 2013. **Pembuatan Beras Tiruan Berbasis *Modified Cassava Flour (MOCAF)***. Kajian Proporsi *MOCAF*: Tepung Beras Dan Penambahan Tepung Porang. Jurnal Teknologi Pertanian, 14(3), 175-182.
- Zulkarnain, A.F. 2019. **Optimasi Formulasi Crackers dengan Penambahan Dekstrin (*Moringa oleifera*) Menggunakan Design Expert D-Optimal**. Skripsi. Program Studi Teknologi Pangan. Bandung: Universitas Pasundan.





## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Prosedur Analisis Uji Amilografi dengan Metode Rapid Visco Analyzer (Brookfield Engineering Laboratories, 2005)

Tujuan dari analisis uji amilograf adalah untuk mengetahui suhu gelatinisasi dari ketiga variabel bebas yang akan digunakan yaitu tepung kentang, pati tapioka, dan juga tepung *mocaf*.

#### METODE

1. Nyalakan RVA dan biarkan pemanasan selama 30 menit. Nyalakan komputer terkait, jalankan kontrol RVA ke perangkat lunak, dan masukkan salah satu profil yang ditunjukkan di bawah ini. Masukkan nama file untuk menyimpan data.
2. Ukur  $25,0 \pm 0,1$  ml air suling (diperbaiki untuk mengkompensasi 14% koreksi berbasis kelembaban sampel) ke dalam tabung baru.
3. Jika perlu, giling sampel yang representatif pada *hammer mill* (saringan 0,8 mm). Timbang  $X \pm 0,01$  g sampel (14% moisture basis) ke dalam bejana timbang dan pindahkan sampel ke permukaan air. Itu jumlah bahan yang akan digunakan tergantung dari bahannya. Tabel berikut dapat digunakan sebagai panduan umum.

| Material | Jumlah (g) |
|----------|------------|
| Tepung   | 3.50       |

4. Tempatkan dayung ke dalam tabung dan dorong pisau dengan kuat melalui sampel ke atas dan ke bawah 10 kali. Jika ada gumpalan yang tertinggal di permukaan air atau melekat pada dayung, ulangi gerakan.

5. Tempatkan dayung ke dalam tabung dan masukkan tabung ke dalam instrumen. Memulai siklus pengukuran dengan menekan menara motor instrumen. Hapus tabung setelah selesai tes dan hapus.

6. Dari kurva penempelan, suhu penempelan, viskositas puncak, waktu ke puncak, kerusakan, minimum viskositas, kemunduran dan viskositas akhir dapat diukur (lihat contoh).

## PROFIL

### 1.STDI:

| Waktu     | Jenis     | Nilai             |
|-----------|-----------|-------------------|
| 00:00:00  | Suhu      | 50 <sup>0</sup> C |
| 00:00:00  | Kecepatan | 960 rpm           |
| 00:00:10  | Kecepatan | 160 rpm           |
| 00:01:00  | Suhu      | 50 <sup>0</sup> C |
| 00:04:42  | Suhu      | 95 <sup>0</sup> C |
| 00:47:12  | Suhu      | 95 <sup>0</sup> C |
| 00:1-1:00 | Suhu      | 50 <sup>0</sup> C |

suhu ldle: 50 ± 1<sup>0</sup>C

Akhir tes: 13 menit.

Waktu antara pembacaan: 4 detik

## Lampiran 2. Prosedur Analisis Daya Rehidrasi dengan Metode Penimbangan (Ramlah, 1997)

Tujuan analisis daya rehidrasi ini adalah untuk mengetahui perubahan berat air yang terserap oleh beras sesudah tergelatinisasi dengan berat beras mula-mula. Pengukurannya dilakukan dengan cara menimbang sampel sebanyak 5 gram ( $W_1$ ). Kemudian, dimasak dengan suhu  $100^{\circ}\text{C}$  selama 6 menit setelah air mendidih di dalam *beaker glass* berisi 50 ml air. Beras yang sudah masak ditiriskan hingga tidak ada air yang menetes dan timbang berat beras ( $W_2$ ). Daya rehidrasi dihitung dengan rumus :

$$\text{Daya Rehidrasi (\%)} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100$$

Dimana:

$W_1$  = berat sampel

$W_2$  = berat sampel yang sudah dimasak

Contoh Perhitungan :

$$\text{Daya Rehidrasi (\%)} = \frac{(w_2 - w_1)}{(w_1)} \times 100\%$$

$$\text{Daya Rehidrasi (\%)} = \frac{(10,52 - 5,00)}{(5,00)} \times 100\% = 110,40\%$$

### Lampiran 3. Prosedur Analisis Kadar Air dengan Metode Gravimetri

(Sudarmadji, 1996)

Prinsip dari metode ini adalah berdasarkan penguapan air yang ada dalam bahan dengan pemanasan, kemudian ditimbang sampai berat konstan. Pengurangan bobot yang terjadi merupakan kandungan air yang terdapat dalam bahan.

Tujuan analisis kadar air ini adalah untuk mengetahui kadar air yang terkandung dalam tepung kentang sebagai penelitian pendahuluan dan beras analog berbasis tepung kentang (*Solanum tuberosum L.*) dengan penambahan *gel* pati tapioka dan tepung *mocaf*.

Cara kerja metode ini, yaitu cawan kosong dipanaskan dalam oven pada temperatur 105°C selama 30 menit. Setelah itu, diamkan pada suhu kamar selama 5 menit dan masukkan kedalam eksikator selama 10 menit, lalu ditimbang. Lakukan berulang-ulang hingga mencapai berat konstan ( $W_0$ ). Kemudian sampel sebanyak 2 gram dimasukkan pada cawan yang telah diketahui bobotnya, lalu ditimbang ( $W_1$ ). Setelah itu, dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam. Selanjutnya, diamkan pada suhu kamar selama 5 menit dan masukkan kedalam eksikator selama 10 menit, lalu ditimbang kembali. Lakukan berulang-ulang hingga mencapai berat konstan ( $W_2$ ). Rumus kadar air yaitu:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(W_1 - W_2)}{(W_1 - W_0)} \times 100$$

Dimana:

$W_0$  = cawan kering konstan

$W_1$  = cawan konstan dan sampel

$W_2$  = cawan dan sampel konstan

Contoh Perhitungan :

Diketahui:

$$W_0 = 22,44 \text{ gram}$$

$$W_1 = 24,46 \text{ gram}$$

$$W_2 = 24,24 \text{ gram}$$

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(24,46-24,24)}{(24,46-22,44)} \times 100\% = 10,89\%$$



**Lampiran 4. Prosedur Analisis Kadar Pati dengan Metode *Luff Schoorl* (AOAC, 1995)**

Hal yang di lakukan pertama yaitu menimbang sebanyak 1 gram lalu dimasukan kedalam erlenmeyer 250 mL dan dilarutkan dengan aquadest 200 mL ditambahkan 15 mL HCl pekat selanjutnya dipanaskan selama 2,5 jam jaga volume tetap (200 mL) kemudian didinginkan dan ditambahkan indikator pp dan NaOH 30% sampai warna merah muda jika kelebihan NaOH di tambahkan HCl 9.5 N sampai pH netral. Kemudian di masukan ke dalam labu takar 500 mL tanda batasan dengan aquadest lalu homogenkan. Selanjutnya siapkan erlenmeyer 250 mL, lalu tambahkan aquadest 50 mL ke erlenmeyer, pipet 10 mL larutan dari labu takar ke erlenmeyer, tambahkan 10 ml *Luff Scoorls* kemudian dipanaskan kembali selama 15 menit setelah itu dinginkan. Kemudian ditambahkan 15 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 6 N, 1,5 g KI dan 1 mL amilum. Kemudian dititrasi dengan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,1 N sampai TAT warna kuning jerami di titrasi kembali sampai TAT warna biru hilang.

**Perhitungan:**

$$\begin{aligned} \text{mL Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 0,1N} &= \frac{(V_b - V_s)N.Na_2S_2O_3}{0,1} \\ \text{Kadar Pati (\%)} &= \frac{\text{mg gula (tabel)} \times F_p}{W_s \times 1000} \times 100 \end{aligned}$$

Contoh Perhitungan :

Diketahui:

$$W_s = 1,01 \text{ gram} \quad V_b = 11,80 \text{ ml} \quad FP = 500/10$$

$$V_s = 5,90 \text{ ml} \quad N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 0,0913 \text{ N}$$

Ditanyakan: % Kadar pati!

Dijawab:

- Setelah Inversi II

$$\text{ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \frac{(V_b - V_s)}{0,1} \times N \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$$

$$\text{ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \frac{(11,80 - 5,90)}{0,1} \times 0,0913 = 5,39 \text{ ml}$$

- Interpolasi

$$x = d + \frac{(b-a)}{(c-a)} (e-d)$$

$$x = 12,2 + \frac{(5,39-5)}{(6-5)} \times (14,7 - 12,2) = 13,18 \text{ mg}$$

- Kadar Pati (%) =  $\frac{(\text{mg gula invert} \times FP)}{W_s \times 1000} \times 100\%$

- Kadar Pati (%) =  $\frac{(13,18 \times 500/10)}{1,01 \times 1000} \times 100\% = 64,25\%$

## Lampiran 5. Prosedur Analisis Kadar Serat Kasar dengan Metode Gravimetri (AOAC, 1995)

Sampel sebanyak 1 gram dimasukkan kedalam labu erlenmeyer 250 ml kemudian ditambahkan dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,3 N 100 ml dan 2 tetes CHCl<sub>3</sub>, lalu dipanaskan 30 menit. Kemudian disaring dengan kertas saring dan cuci residu dengan aquadest panas sampai bebas asam (lakmus biru tetap biru). Selanjutnya, residu dipindahkan ke erlenmeyer lain, lalu dibilas dengan NaOH 0,3 N hingga 100 mL dan ditambah 2 tetes CHCl<sub>3</sub>, dipanaskan kembali 30 menit. Ambil kertas saring lain yang sudah konstan, saring kembali dengan kertas saring yang sudah konstan, saring dengan aquadest panas hingga bebas basa (lakmus merah tetap merah). Lalu bilas residu dengan alkohol 70%. Selanjutnya, keringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam. Terakhir, simpan dalam eksikator, lalu timbang sampai diperoleh berat yang konstan. Serat kasar dihitung dengan rumus:

### Perhitungan:

$$\text{Kadar serat (\%)} = \frac{W_{\text{residu}}}{W_s} \times 100$$

$$\text{Kadar serat (\%)} = \frac{(W_{\text{kertas serat}} - W_{\text{kertas}})}{W_s} \times 100$$

Contoh Perhitungan :

$$\text{Kadar Serat Kasar (\%)} = \frac{(w_2 - w_1)}{(w_0)} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Serat Kasar (\%)} = \frac{(1,12 - 1,09)}{(1,02)} \times 100\% = 2,94 \%$$





## Lampiran 7. Kebutuhan Analisis Bahan Baku

Tabel 23. Kebutuhan Analisis Bahan Baku (Penelitian Pendahuluan)

| <b>Analisis</b>  | <b>Jumlah Perlakuan</b> | <b>Jumlah Sampel</b> | <b>Total Sampel</b> |
|--|-------------------------|----------------------|---------------------|
| Uji Amilografi<br>(Tepung Kentang,<br>Pati Tapioka,<br>Tepung <i>Mocaf</i> ) | 6                       | 100 gram             | 300 gram            |
| Kadar Air<br>(Tepung Kentang,<br>Pati Tapioka,<br>Tepung <i>Mocaf</i> )      | 2                       | 2 gram               | 12 gram             |

Tabel 24. Kebutuhan Analisis Bahan Baku (Penelitian Utama)

| <b>Analisis</b>   | <b>Jumlah Perlakuan</b> | <b>Jumlah Sampel</b> | <b>Total Sampel</b> |
|-------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|
| Daya Rehidrasi    | 28                      | 5 gram               | 140 gram            |
| Kadar Air         | 28                      | 2 gram               | 56 gram             |
| Kadar Pati        | 28                      | 2 gram               | 56 gram             |
| Kadar Serat Kasar | 28                      | 2 gram               | 56 gram             |
| Uji Hedonik       | 14                      |                      |                     |

## Lampiran 8. Kebutuhan Bahan Baku Formulasi

Basis : 500 gram

Tabel 25. Kebutuhan Bahan Baku Setiap Formulasi

| <b>Formula</b> | <b>Bahan Baku</b>       | <b>Jumlah (%)</b> | <b>Jumlah (gram/ml)</b> |
|----------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|
| <b>1</b>       | Tepung Kentang          | 41.00             | 205 gram                |
|                | <i>Gel Pati Tapioka</i> | 37.00             | 185 gram                |
|                | Tepung <i>Mocaf</i>     | 7.00              | 35 gram                 |
|                | Air                     | 10.00             | 50 ml                   |
|                | Minyak Kelapa Sawit     | 5.00              | 25 gram                 |
| <b>2</b>       | Tepung Kentang          | 45.00             | 225 gram                |
|                | <i>Gel Pati Tapioka</i> | 34.00             | 170 gram                |
|                | Tepung <i>Mocaf</i>     | 6.00              | 30 gram                 |
|                | Air                     | 10.00             | 50 ml                   |
|                | Minyak Kelapa Sawit     | 5.00              | 25 gram                 |
| <b>3</b>       | Tepung Kentang          | 39.00             | 195 gram                |
|                | <i>Gel Pati Tapioka</i> | 40.50             | 202.50 gram             |
|                | Tepung <i>Mocaf</i>     | 5.50              | 27.50 gram              |
|                | Air                     | 10.00             | 50 ml                   |
|                | Minyak Kelapa Sawit     | 5.00              | 25 gram                 |
| <b>4</b>       | Tepung Kentang          | 37.00             | 185 gram                |
|                | <i>Gel Pati Tapioka</i> | 43.00             | 215 gram                |
|                | Tepung <i>Mocaf</i>     | 5.00              | 25 gram                 |
|                | Air                     | 10.00             | 50 ml                   |
|                | Minyak Kelapa Sawit     | 5.00              | 25 gram                 |
| <b>5</b>       | Tepung Kentang          | 43.00             | 215 gram                |
|                | <i>Gel Pati Tapioka</i> | 35.50             | 177.50 gram             |
|                | Tepung <i>Mocaf</i>     | 6.50              | 32.50 gram              |
|                | Air                     | 10.00             | 50 ml                   |
|                | Minyak Kelapa Sawit     | 5.00              | 25 gram                 |

| <b>Formula</b> | <b>Bahan Baku</b>       | <b>Jumlah (%)</b> | <b>Jumlah (gram/ml)</b> |
|----------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|
| <b>6</b>       | Tepung Kentang          | 45.00             | 225 gram                |
|                | <i>Gel Pati Tapioka</i> | 33.00             | 165 gram                |
|                | Tepung <i>Mocaf</i>     | 7.00              | 35 gram                 |
|                | Air                     | 10.00             | 50 ml                   |
|                | Minyak Kelapa Sawit     | 5.00              | 25 gram                 |
| <b>7</b>       | Tepung Kentang          | 37.00             | 185 gram                |
|                | <i>Gel Pati Tapioka</i> | 42.00             | 210 gram                |
|                | Tepung <i>Mocaf</i>     | 6.00              | 30 gram                 |
|                | Air                     | 10.00             | 50 ml                   |
|                | Minyak Kelapa Sawit     | 5.00              | 25 gram                 |
| <b>8</b>       | Tepung Kentang          | 41.00             | 205 gram                |
|                | <i>Gel Pati Tapioka</i> | 39.00             | 195 gram                |
|                | Tepung <i>Mocaf</i>     | 5.00              | 25 gram                 |
|                | Air                     | 10.00             | 50 ml                   |
|                | Minyak Kelapa Sawit     | 5.00              | 25 gram                 |
| <b>9</b>       | Tepung Kentang          | 37.00             | 185 gram                |
|                | <i>Gel Pati Tapioka</i> | 41.00             | 205 gram                |
|                | Tepung <i>Mocaf</i>     | 7.00              | 35 gram                 |
|                | Air                     | 10.00             | 50 ml                   |
|                | Minyak Kelapa Sawit     | 5.00              | 25 gram                 |
| <b>10</b>      | Tepung Kentang          | 45.00             | 225 gram                |
|                | <i>Gel Pati Tapioka</i> | 35.00             | 175 gram                |
|                | Tepung <i>Mocaf</i>     | 5.00              | 25 gram                 |
|                | Air                     | 10.00             | 50 ml                   |
|                | Minyak Kelapa Sawit     | 5.00              | 25 gram                 |
| <b>11</b>      | Tepung Kentang          | 41.00             | 205 gram                |
|                | <i>Gel Pati Tapioka</i> | 38.00             | 190 gram                |
|                | Tepung <i>Mocaf</i>     | 6.00              | 30 gram                 |

| <b>Formula</b> | <b>Bahan Baku</b>       | <b>Jumlah (%)</b> | <b>Jumlah (gram/ml)</b> |
|----------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|
|                | Air                     | 10.00             | 50 ml                   |
|                | Minyak Kelapa Sawit     | 5.00              | 25 gram                 |
| <b>12</b>      | Tepung Kentang          | 37.00             | 185 gram                |
|                | <i>Gel Pati Tapioka</i> | 41.00             | 205 gram                |
|                | Tepung <i>Mocaf</i>     | 7.00              | 35 gram                 |
|                | Air                     | 10.00             | 50 ml                   |
|                | Minyak Kelapa Sawit     | 5.00              | 25 gram                 |
| <b>13</b>      | Tepung Kentang          | 45.00             | 225 gram                |
|                | <i>Gel Pati Tapioka</i> | 35.00             | 175 gram                |
|                | Tepung <i>Mocaf</i>     | 5.00              | 25 gram                 |
|                | Air                     | 10.00             | 50 ml                   |
|                | Minyak Kelapa Sawit     | 5.00              | 25 gram                 |
| <b>14</b>      | Tepung Kentang          | 45.00             | 225 gram                |
|                | <i>Gel Pati Tapioka</i> | 33.00             | 165 gram                |
|                | Tepung <i>Mocaf</i>     | 7.00              | 35 gram                 |
|                | Air                     | 10.00             | 50 ml                   |
|                | Minyak Kelapa Sawit     | 5.00              | 25 gram                 |

Tabel 26. Jumlah Bahan Baku Seluruh Formulasi

| <b>Bahan Baku</b>       | <b>∑ Yang dibutuhkan</b> |
|-------------------------|--------------------------|
| Tepung Kentang          | 2.890 gram               |
| <i>Gel Pati Tapioka</i> | 2.635 gram               |
| Tepung <i>Mocaf</i>     | 425 gram                 |
| Air                     | 700 ml                   |
| Minyak Kelapa Sawit     | 350 gram                 |

## Lampiran 9. Perkiraan Biaya Bahan Baku

Tabel 27. Perkiraan Biaya Bahan Baku

| <b>Bahan Baku</b>          | <b>Jumlah yang dibutuhkan (gram/ml)</b> | <b>Jumlah Sediaan dipasaran</b> | <b>Biaya (Rp.)</b>  |
|----------------------------|---|---------------------------------|---------------------|
| Kentang                    | 14 kg                                   | 7.000/kg                        | 98.000,00 (14 kg)   |
| Tepung Kentang             | 2.890 gram                              | -                               |                     |
| <i>Gel Pati</i><br>Tapioka | 2.635 gram                              | 20.000/kg                       | 40.000,00 (2 kg)    |
| Tepung <i>Mocaf</i>        | 425 gram                                | 15.000/kg                       | 15.000,00 (1 kg)    |
| Air                        | 700 ml                                  | -                               | -                   |
| Minyak Kelapa Sawit        | 350 gram                                | 30.000/liter                    | 30.000,00 (1 liter) |
| Natrium Metabisulfit       | 24 gram                                 | 8.000/250 gram                  | 8.000,00 (250 gram) |
| <b>Total</b>               |   |                                 | <b>191.000,00</b>   |

Tabel 28. Perkiraan Biaya Analisis Penelitian

| <b>Analisis</b>       | <b>Jumlah<br/>Perlakuan</b> | <b>Harga Satuan<br/>(Rp.)</b> | <b>Harga Total<br/>(Rp.)</b> |
|-----------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Uji Amilografi        | 6                           | 100.000,00                    | 600.000,00                   |
| Daya Rehidrasi        | 28                          | 3.000,00                      | 84.000,00                    |
| Kadar Air             | 34                          | 3.000,00                      | 102.000,00                   |
| Kadar Pati            | 28                          | 30.000,00                     | 840.000,00                   |
| Kadar Serat Kasar     | 28                          | 20.000,00                     | 560.000,00                   |
| Uji Hedonik           | 14                          | 0                             | 0                            |
| Total                 |                             |                               | 2.186.000,00                 |
| Biaya<br>Laboratorium |                             | 250.000,00                    | 250.000,00                   |
| Total                 |                             |                               | 250.000,00                   |
| Total Keseluruhan     |                             |                               | 2.436.000,00                 |

Tabel 29. Total Biaya Keseluruhan Penelitian

| <b>Total Biaya Kegiatan Penelitian</b> | <b>Jumlah (Rp.)</b> |
|--|---------------------|
| Biaya Bahan Baku                       | 191.000,00          |
| Biaya Analisis Penelitian              | 2.436.000,00        |
| Total Keseluruhan                      | 2.627.000,00        |

## Lampiran 10. Data Hasil Penelitian Pendahuluan

### 1. Kadar Air

- Tepung Kentang

#### ❖ Ulangan 1

Diketahui:

$$W_0 = 23,19 \text{ gram}$$

$$W_1 = 25,19 \text{ gram}$$

$$W_2 = 25,04 \text{ gram}$$

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(w_1 - w_2)}{(w_1 - w_0)} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(25,19 - 25,04)}{(25,19 - 23,19)} \times 100\% = 7,50\%$$

#### ❖ Ulangan 2

Diketahui:

$$W_0 = 23,82 \text{ gram}$$

$$W_1 = 25,82 \text{ gram}$$

$$W_2 = 25,67 \text{ gram}$$

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(25,82 - 25,67)}{(25,82 - 23,82)} \times 100\% = 7,50\%$$

$$\text{❖ Rata-Rata Kadar Air (\%)} = \frac{7,50 + 7,50}{2} \times 100\% = 7,50\%$$

- Pati Tapioka

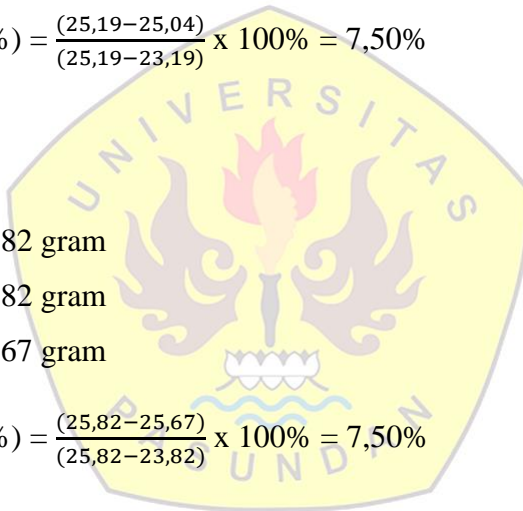
#### ❖ Ulangan 1

$$W_0 = 22,07 \text{ gram}$$

$$W_1 = 24,09 \text{ gram}$$

$$W_2 = 23,87 \text{ gram}$$

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(24,09 - 23,87)}{(24,09 - 22,07)} \times 100\% = 10,89\%$$





❖ Ulangan 2

Diketahui:

$$W_0 = 22,44 \text{ gram}$$

$$W_1 = 24,46 \text{ gram}$$

$$W_2 = 24,24 \text{ gram}$$

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(24,46-24,24)}{(24,46-22,44)} \times 100\% = 10,89\%$$

❖ Rata-Rata Kadar Air (%) =  $\frac{10,89+10,89}{2} \times 100\% = 10,89\%$

- Tepung *Mocaf*

❖ Ulangan 1

Diketahui:

$$W_0 = 24,79 \text{ gram}$$

$$W_1 = 26,83 \text{ gram}$$

$$W_2 = 26,62 \text{ gram}$$

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(26,83-26,62)}{(26,83-24,79)} \times 100\% = 10,29\%$$

❖ Ulangan 2

Diketahui:

$$W_0 = 25,74 \text{ gram}$$

$$W_1 = 27,78 \text{ gram}$$

$$W_2 = 27,57 \text{ gram}$$

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(27,78-27,57)}{(27,78-25,74)} \times 100\% = 10,29\%$$

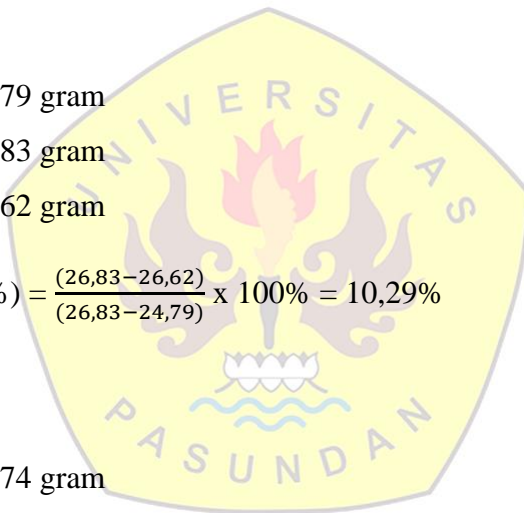
❖ Rata-Rata Kadar Air (%) =  $\frac{10,29+10,29}{2} \times 100\% = 10,29\%$

Keterangan:

$W_0$  = Bobot cawan kering konstan

$W_1$  = Bobot cawan konstan dan sampel

$W_2$  = Bobot cawan dan sampel konstan



## 2. Uji Amilografi

- Tepung Kentang

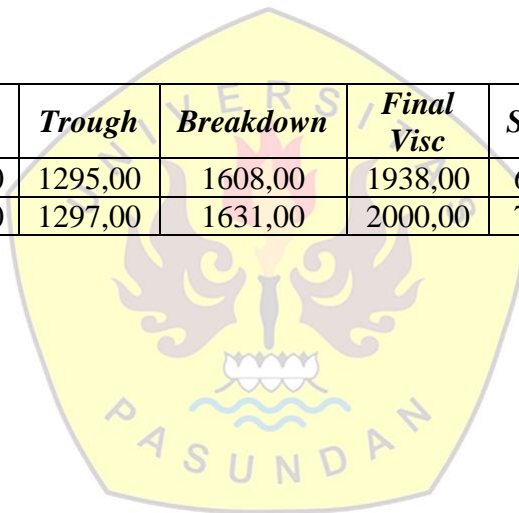
| <b>Ulangan</b> | <b>Peak</b> | <b>Trough</b> | <b>Breakdown</b> | <b>Final Visc</b> | <b>Setback</b> | <b>Pasting Temp.</b> |
|----------------|-------------|---------------|------------------|-------------------|----------------|----------------------|
| 1              | 214,00      | 195,00        | 19,00            | 274,00            | 79,00          | Error                |
| 2              | 207,00      | 189,00        | 18,00            | 269,00            | 80,00          | Error                |

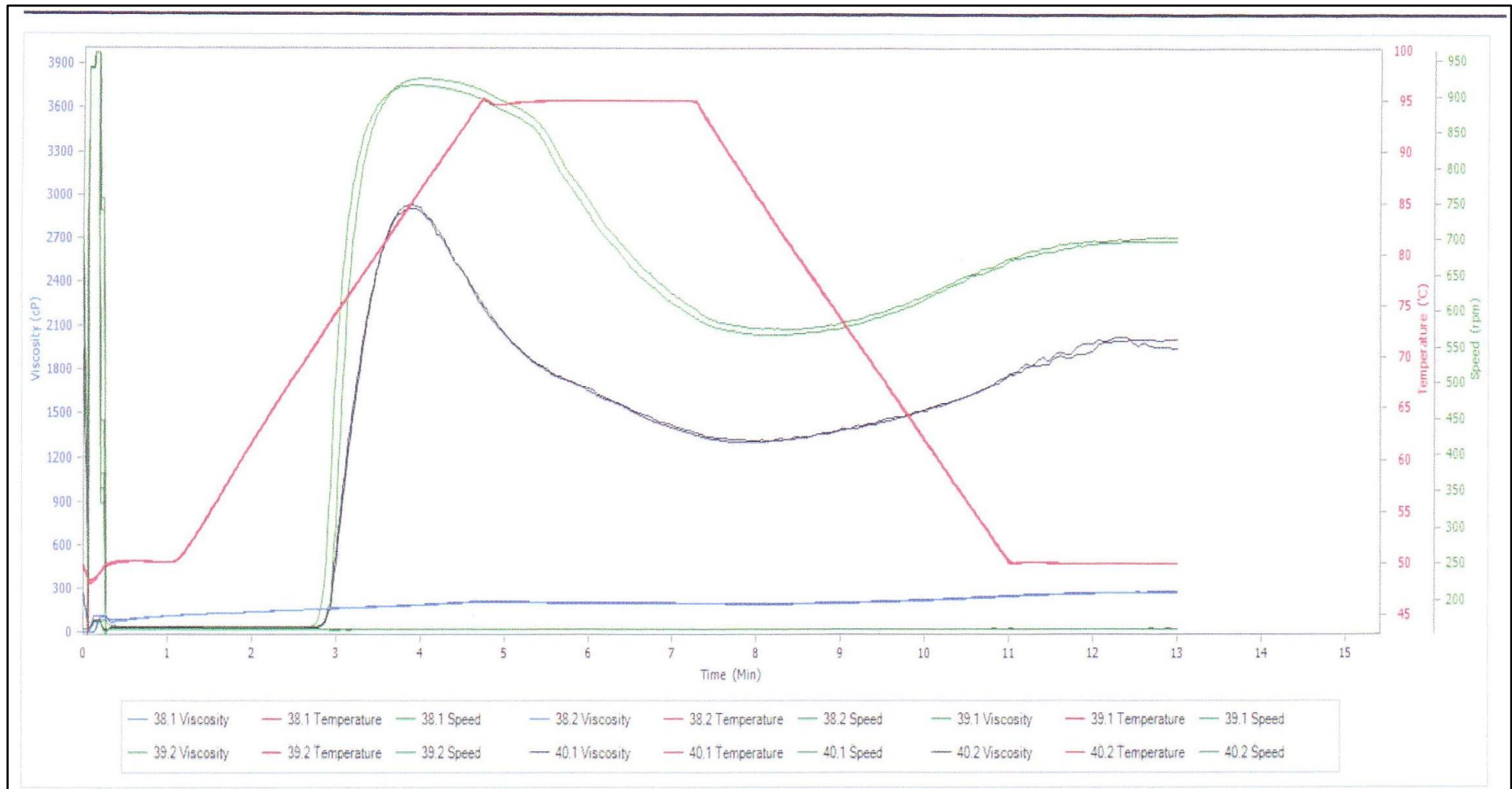
- Tepung Mocaf

| <b>Ulangan</b> | <b>Peak</b> | <b>Trough</b> | <b>Breakdown</b> | <b>Final Visc</b> | <b>Setback</b> | <b>Pasting Temp.</b> |
|----------------|-------------|---------------|------------------|-------------------|----------------|----------------------|
| 1              | 3800,00     | 2072,00       | 1728,00          | 2705,00           | 633,00         | 71,75                |
| 2              | 3754,00     | 2036,00       | 1718,00          | 2675,00           | 639,00         | 71,05                |

- Pati Tapioka

| <b>Ulangan</b> | <b>Peak</b> | <b>Trough</b> | <b>Breakdown</b> | <b>Final Visc</b> | <b>Setback</b> | <b>Pasting Temp.</b> |
|----------------|-------------|---------------|------------------|-------------------|----------------|----------------------|
| 1              | 2903,00     | 1295,00       | 1608,00          | 1938,00           | 643,00         | 71,80                |
| 2              | 2928,00     | 1297,00       | 1631,00          | 2000,00           | 703,00         | 71,85                |





Gambar 34. Grafik Uji Amilografi

## Lampiran 11. Data Hasil Analisis Penelitian Utama

### 1. Daya Rehidrasi

Contoh Perhitungan:

$$\text{Daya Rehidrasi (\%)} = \frac{(w_2 - w_1)}{(w_1)} \times 100\%$$

$$\text{Daya Rehidrasi (\%)} = \frac{(10,52 - 5,00)}{(5,00)} \times 100\% = 110,40\%$$

Keterangan:

$W_1$  = Bobot awal,  $W_2$  = Bobot akhir

| Formulasi | Ulangan | W <sub>1</sub> (g) | W <sub>2</sub> (g) | % Daya Rehidrasi | Rata-Rata |
|-----------|---------|--------------------|--------------------|------------------|-----------|
| F1        | 1       | 5,00               | 10,52              | 110,40           | 118,20%   |
|           | 2       | 5,00               | 11,30              | 126,00           |           |
| F2        | 1       | 5,04               | 10,75              | 113,29           | 113,39%   |
|           | 2       | 5,04               | 10,76              | 113,49           |           |
| F3        | 1       | 5,00               | 11,30              | 126,00           | 125,00%   |
|           | 2       | 5,00               | 11,20              | 124,00           |           |
| F4        | 1       | 5,00               | 11,78              | 135,60           | 135,70%   |
|           | 2       | 5,00               | 11,79              | 135,80           |           |
| F5        | 1       | 5,01               | 10,86              | 116,77           | 116,87%   |
|           | 2       | 5,01               | 10,87              | 116,97           |           |
| F6        | 1       | 5,00               | 10,63              | 112,60           | 112,60%   |
|           | 2       | 5,00               | 10,63              | 112,60           |           |
| F7        | 1       | 5,00               | 11,67              | 133,40           | 133,40%   |
|           | 2       | 5,00               | 11,67              | 133,40           |           |
| F8        | 1       | 5,00               | 11,20              | 124,00           | 123,30%   |
|           | 2       | 5,00               | 11,13              | 122,60           |           |
| F9        | 1       | 5,00               | 11,54              | 130,80           | 131,50%   |
|           | 2       | 5,00               | 11,61              | 132,20           |           |
| F10       | 1       | 5,00               | 10,81              | 116,20           | 115,60%   |
|           | 2       | 5,00               | 10,75              | 115,00           |           |
| F11       | 1       | 5,00               | 11,09              | 121,80           | 121,08%   |
|           | 2       | 5,01               | 11,04              | 120,36           |           |
| F12       | 1       | 5,00               | 11,43              | 128,60           | 128,30%   |
|           | 2       | 5,00               | 11,40              | 128,00           |           |
| F13       | 1       | 5,00               | 10,71              | 114,20           | 114,70%   |
|           | 2       | 5,00               | 10,76              | 115,20           |           |
| F14       | 1       | 5,01               | 11,00              | 119,56           | 112,08%   |

|  |   |      |       |        |  |
|--|---|------|-------|--------|--|
|  | 2 | 5,01 | 10,25 | 104,60 |  |
|--|---|------|-------|--------|--|

## 2. Kadar Air

Contoh Perhitungan:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(w_1 - w_2)}{(w_1 - w_0)} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(25,11 - 24,99)}{(25,11 - 23,10)} \times 100\% = 5,97\%$$

Keterangan:

$W_0$  = Bobot cawan kering konstan,  $W_1$  = Bobot cawan konstan dan sampel

$W_2$  = Cawan dan sampel konstan

| Formulasi | Ulangan | $W_0$ (g) | $W_1$ (g) | $W_2$ (g) | %Kadar Air | Rata-Rata |
|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|
| F1        | 1       | 23,10     | 25,11     | 24,99     | 5,97       | 6,21%     |
|           | 2       | 23,11     | 25,13     | 25,00     | 6,44       |           |
| F2        | 1       | 22,38     | 24,38     | 24,25     | 6,50       | 6,75%     |
|           | 2       | 22,42     | 24,42     | 24,28     | 7,00       |           |
| F3        | 1       | 22,17     | 24,24     | 24,12     | 5,80       | 5,82%     |
|           | 2       | 22,11     | 24,17     | 24,05     | 5,83       |           |
| F4        | 1       | 20,26     | 22,26     | 22,16     | 5,00       | 5,25%     |
|           | 2       | 20,08     | 24,08     | 23,97     | 5,50       |           |
| F5        | 1       | 22,46     | 24,46     | 24,33     | 6,50       | 6,25%     |
|           | 2       | 22,08     | 24,08     | 23,96     | 6,00       |           |
| F6        | 1       | 23,13     | 25,13     | 24,98     | 7,50       | 7,75%     |
|           | 2       | 22,81     | 24,81     | 24,65     | 8,00       |           |
| F7        | 1       | 21,60     | 23,60     | 23,49     | 5,50       | 5,50%     |
|           | 2       | 22,14     | 24,14     | 24,03     | 5,50       |           |
| F8        | 1       | 22,71     | 24,77     | 24,65     | 5,83       | 5,92%     |
|           | 2       | 22,71     | 24,71     | 24,59     | 6,00       |           |
| F9        | 1       | 22,54     | 24,57     | 24,45     | 5,91       | 5,67%     |
|           | 2       | 22,60     | 24,63     | 24,52     | 5,42       |           |
| F10       | 1       | 22,03     | 24,05     | 24,91     | 6,93       | 6,67%     |
|           | 2       | 22,02     | 24,05     | 23,92     | 6,40       |           |
| F11       | 1       | 22,71     | 24,71     | 24,59     | 6,00       | 6,00%     |
|           | 2       | 22,12     | 24,12     | 24,00     | 6,00       |           |
| F12       | 1       | 22,02     | 24,02     | 23,90     | 6,00       | 5,75%     |
|           | 2       | 22,14     | 24,14     | 24,03     | 5,50       |           |
| F13       | 1       | 21,93     | 23,93     | 23,80     | 6,50       | 6,50%     |

|     |   |       |       |       |      |       |
|-----|---|-------|-------|-------|------|-------|
|     | 2 | 21,88 | 23,88 | 23,75 | 6,50 |       |
| F14 | 1 | 21,22 | 23,22 | 23,08 | 7,00 | 7,00% |
|     | 2 | 22,42 | 24,42 | 24,28 | 7,00 |       |

### 3. Kadar Pati

Contoh Perhitungan:

Diketahui:

$$W_s = 1,01 \text{ gram} \quad V_b = 11,80 \text{ ml} \quad FP = 500/10$$

$$V_s = 5,90 \text{ ml} \quad N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 0,0913 \text{ N}$$

Ditanyakan: % Kadar pati!

Dijawab:

- Setelah Inversi II

$$\text{ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \frac{(V_b - V_s)}{0,1} \times N \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$$

$$\text{ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \frac{(11,80 - 5,90)}{0,1} \times 0,0913 = 5,39 \text{ ml}$$

- Interpolasi

$$x = d + \frac{(b-a)}{(c-a)} (e-d)$$

$$x = 12,2 + \frac{(5,39-5)}{(6-5)} \times (14,7 - 12,2) = 13,18 \text{ mg}$$

$$\text{Kadar Pati (\%)} = \frac{(\text{mg gula invert} \times FP)}{W_s \times 1000} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Pati (\%)} = \frac{(13,18 \times 500/10)}{1,01 \times 1000} \times 100\% = 64,25\%$$

| Formulasi | Ulangan | Ws (g) | Vb (ml) | N<br>Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>(N) | FP     | Vs (mL) | % Kadar Pati | Rata-Rata |
|-----------|---------|--------|---------|---|--------|---------|--------------|-----------|
| F1        | 1       | 1,01   | 11,80   | 0,0913  | 500/10 | 5,90    | 64,25        | 66,41%    |
|           | 2       | 1,01   | 11,80   | 0,0913  | 500/10 | 5,60    | 68,56        |           |
| F2        | 1       | 1,00   | 11,80   | 0,0913  | 500/10 | 6,20    | 62,40        | 62,95%    |
|           | 2       | 1,00   | 11,80   | 0,0913  | 500/10 | 6,10    | 63,50        |           |
| F3        | 1       | 1,02   | 11,80   | 0,0913  | 500/10 | 5,40    | 70,10        | 70,32%    |
|           | 2       | 1,02   | 11,80   | 0,0913  | 500/10 | 5,30    | 70,53        |           |
| F4        | 1       | 1,00   | 11,80   | 0,0913  | 500/10 | 5,20    | 75,00        | 73,83%    |
|           | 2       | 1,00   | 11,80   | 0,0913  | 500/10 | 5,30    | 72,65        |           |
| F5        | 1       | 1,01   | 11,80   | 0,0913  | 500/10 | 6,00    | 64,11        | 65,23%    |
|           | 2       | 1,01   | 11,80   | 0,0913  | 500/10 | 5,80    | 66,34        |           |
| F6        | 1       | 1,01   | 11,80   | 0,0913  | 500/10 | 6,10    | 62,87        | 62,33%    |
|           | 2       | 1,01   | 11,80   | 0,0913  | 500/10 | 6,20    | 61,78        |           |
| F7        | 1       | 1,01   | 11,80   | 0,0913  | 500/10 | 5,10    | 74,26        | 73,72%    |
|           | 2       | 1,01   | 11,80   | 0,0913  | 500/10 | 5,20    | 73,17        |           |
| F8        | 1       | 1,02   | 11,80   | 0,0913  | 500/10 | 5,50    | 69,02        | 68,46%    |
|           | 2       | 1,02   | 11,80   | 0,0913  | 500/10 | 5,60    | 67,89        |           |
| F9        | 1       | 1,00   | 11,80   | 0,0913  | 500/10 | 5,40    | 71,50        | 71,98%    |
|           | 2       | 1,02   | 11,80   | 0,0913  | 500/10 | 5,20    | 72,45        |           |
| F10       | 1       | 1,00   | 11,80   | 0,0913  | 500/10 | 6,00    | 64,75        | 64,68%    |
|           | 2       | 1,02   | 11,80   | 0,0913  | 500/10 | 5,90    | 64,61        |           |
| F11       | 1       | 1,00   | 11,80   | 0,0913  | 500/10 | 5,60    | 69,25        | 67,58%    |
|           | 2       | 1,00   | 11,80   | 0,0913  | 500/10 | 5,90    | 65,90        |           |
| F12       | 1       | 1,01   | 11,80   | 0,0913  | 500/10 | 5,40    | 70,79        | 71,36%    |
|           | 2       | 1,01   | 11,80   | 0,0913  | 500/10 | 5,30    | 71,93        |           |
| F13       | 1       | 1,02   | 11,80   | 0,0913  | 500/10 | 5,90    | 64,61        | 63,74%    |
|           | 2       | 1,03   | 11,80   | 0,0913  | 500/10 | 6,00    | 62,86        |           |
| F14       | 1       | 1,02   | 11,80   | 0,0913  | 500/10 | 6,20    | 61,17        | 61,71%    |
|           | 2       | 1,02   | 11,80   | 0,0913  | 500/10 | 6,10    | 62,25        |           |

#### 4. Kadar Serat Kasar

Contoh Perhitungan:

$$\text{Kadar Serat Kasar (\%)} = \frac{(w_2 - w_1)}{(w_0)} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Serat Kasar (\%)} = \frac{(1,12 - 1,09)}{(1,02)} \times 100\% = 2,94 \%$$

Keterangan:

$W_0$  = Berat sampel

$W_1$  = Berat kertas

$W_2$  = Berat kertas + serat

| Formulasi | Ulangan | W <sub>0</sub> (g) | W <sub>1</sub> (g) | W <sub>2</sub> (g) | % KSK | Rata-Rata |
|-----------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|-----------|
| F1        | 1       | 1,02               | 1,09               | 1,12               | 2,94  | 2,94%     |
|           | 2       | 1,02               | 1,08               | 1,11               | 2,94  |           |
| F2        | 1       | 1,00               | 1,07               | 1,09               | 2,00  | 2,00%     |
|           | 2       | 1,00               | 1,08               | 1,10               | 2,00  |           |
| F3        | 1       | 1,02               | 1,06               | 1,08               | 1,96  | 1,96%     |
|           | 2       | 1,02               | 1,13               | 1,11               | 1,96  |           |
| F4        | 1       | 1,04               | 1,10               | 1,12               | 1,92  | 1,92%     |
|           | 2       | 1,04               | 1,07               | 1,09               | 1,92  |           |
| F5        | 1       | 1,02               | 1,02               | 1,05               | 2,94  | 2,44%     |
|           | 2       | 1,03               | 1,08               | 1,10               | 1,94  |           |
| F6        | 1       | 1,01               | 1,05               | 1,08               | 2,97  | 2,97%     |
|           | 2       | 1,01               | 1,04               | 1,07               | 2,97  |           |
| F7        | 1       | 1,01               | 1,13               | 1,15               | 1,98  | 1,98%     |
|           | 2       | 1,01               | 1,03               | 1,05               | 1,98  |           |
| F8        | 1       | 1,04               | 1,05               | 1,07               | 1,92  | 1,93%     |
|           | 2       | 1,03               | 1,08               | 1,10               | 1,94  |           |
| F9        | 1       | 1,01               | 1,11               | 1,14               | 2,97  | 2,48%     |
|           | 2       | 1,01               | 1,07               | 1,09               | 1,98  |           |
| F10       | 1       | 1,01               | 1,07               | 1,09               | 1,94  | 1,94%     |
|           | 2       | 1,03               | 1,06               | 1,08               | 1,94  |           |
| F11       | 1       | 1,00               | 1,07               | 1,09               | 2,00  | 1,99%     |
|           | 2       | 1,01               | 1,13               | 1,15               | 1,98  |           |
| F12       | 1       | 1,00               | 1,03               | 1,05               | 2,00  | 2,50%     |
|           | 2       | 1,00               | 1,00               | 1,03               | 3,00  |           |
| F13       | 1       | 1,03               | 1,08               | 1,10               | 1,94  | 1,94%     |
|           | 2       | 1,03               | 1,10               | 1,12               | 1,94  |           |
| F14       | 1       | 1,03               | 1,00               | 1,03               | 2,91  | 3,38%     |



|  |   |      |      |      |      |  |
|--|---|------|------|------|------|--|
|  | 2 | 1,01 | 1,01 | 1,05 | 3,85 |  |
|--|---|------|------|------|------|--|



5. Uji Organoleptik

a. Atribut Warna

| Panelis | Atribut Warna |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |
|---------|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
|         | F1            | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 | F7 | F8 | F9 | F10 | F11 | F12 | F13 | F14 |
| 1       | 5             | 5  | 5  | 4  | 4  | 4  | 5  | 4  | 5  | 4   | 4   | 3   | 3   | 4   |
| 2       | 5             | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  | 5  | 5  | 5  | 4   | 4   | 4   | 5   | 4   |
| 3       | 5             | 4  | 5  | 5  | 5  | 4  | 5  | 5  | 4  | 4   | 3   | 3   | 4   | 5   |
| 4       | 4             | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 3  | 4  | 5   | 4   | 5   | 3   | 5   |
| 5       | 4             | 4  | 4  | 5  | 5  | 4  | 4  | 4  | 5  | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   |
| 6       | 4             | 5  | 3  | 4  | 4  | 4  | 5  | 4  | 4  | 4   | 5   | 4   | 4   | 5   |
| 7       | 5             | 5  | 5  | 4  | 4  | 4  | 4  | 5  | 4  | 4   | 5   | 5   | 5   | 5   |
| 8       | 5             | 4  | 4  | 5  | 5  | 4  | 5  | 4  | 5  | 4   | 5   | 5   | 4   | 4   |
| 9       | 5             | 4  | 4  | 5  | 5  | 4  | 4  | 5  | 4  | 4   | 5   | 4   | 4   | 4   |
| 10      | 4             | 4  | 3  | 5  | 5  | 4  | 5  | 4  | 3  | 4   | 4   | 4   | 5   | 5   |
| 11      | 4             | 3  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4   | 4   | 4   | 4   | 5   |
| 12      | 5             | 4  | 5  | 4  | 5  | 5  | 4  | 3  | 4  | 4   | 5   | 5   | 5   | 5   |
| 13      | 5             | 4  | 5  | 5  | 5  | 4  | 4  | 3  | 4  | 4   | 5   | 5   | 3   | 3   |
| 14      | 5             | 3  | 5  | 5  | 5  | 3  | 4  | 4  | 4  | 4   | 4   | 4   | 4   | 3   |
| 15      | 4             | 4  | 5  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 5   | 4   | 5   | 4   | 4   |
| 16      | 4             | 5  | 5  | 4  | 5  | 5  | 4  | 3  | 4  | 5   | 4   | 4   | 4   | 4   |
| 17      | 5             | 5  | 4  | 5  | 4  | 5  | 4  | 4  | 4  | 5   | 4   | 5   | 5   | 4   |
| 18      | 5             | 4  | 4  | 5  | 5  | 4  | 5  | 3  | 4  | 4   | 5   | 4   | 5   | 4   |
| 19      | 4             | 5  | 5  | 3  | 4  | 5  | 4  | 4  | 4  | 5   | 5   | 5   | 4   | 4   |
| 20      | 4             | 4  | 5  | 4  | 5  | 5  | 5  | 4  | 4  | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   |
| 21      | 5             | 4  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 4  | 3  | 4   | 5   | 5   | 4   | 5   |
| 22      | 5             | 4  | 5  | 5  | 4  | 5  | 4  | 5  | 5  | 5   | 4   | 5   | 5   | 4   |
| 23      | 4             | 4  | 4  | 5  | 5  | 4  | 3  | 4  | 4  | 5   | 4   | 4   | 5   | 4   |
| 24      | 5             | 4  | 4  | 4  | 3  | 4  | 4  | 3  | 4  | 4   | 4   | 3   | 4   | 4   |
| 25      | 4             | 5  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4   | 4   | 4   | 3   | 5   |
| 26      | 4             | 5  | 5  | 4  | 4  | 5  | 4  | 4  | 5  | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   |
| 27      | 3             | 5  | 4  | 5  | 4  | 5  | 4  | 4  | 5  | 5   | 4   | 4   | 4   | 4   |
| 28      | 3             | 4  | 3  | 5  | 4  | 5  | 4  | 4  | 5  | 4   | 4   | 5   | 3   | 4   |
| 29      | 3             | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  | 4  | 4  | 5   | 5   | 4   | 4   | 4   |
| 30      | 4             | 5  | 4  | 5  | 4  | 5  | 4  | 3  | 4  | 4   | 4   | 4   | 5   | 4   |

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Warna

| Source          | Type III Sum of Squares | df  | Mean Square | F         | Sig. |
|-----------------|-------------------------|-----|-------------|-----------|------|
| Corrected Model | 21.524 <sup>a</sup>     | 42  | .512        | 1.471     | .034 |
| Intercept       | 7697.152                | 1   | 7697.152    | 22096.728 | .000 |
| Sampel          | 7.248                   | 13  | .558        | 1.600     | .082 |
| Panelis         | 14.276                  | 29  | .492        | 1.413     | .080 |
| Error           | 131.324                 | 377 | .348        |           |      |
| Total           | 7850.000                | 420 |             |           |      |
| Corrected Total | 152.848                 | 419 |             |           |      |

a. R Squared = .141 (Adjusted R Squared = .045)

b.

**Warna**

Duncan<sup>a,b</sup>

| Sampel | N  | Subset |      |      |      |      |
|--------|----|--------|------|------|------|------|
|        |    | 1      | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 4      | 30 | 3.30   |      |      |      |      |
| 7      | 30 | 3.33   | 3.33 |      |      |      |
| 12     | 30 |        | 3.40 | 3.40 |      |      |
| 9      | 30 |        | 3.47 | 3.47 | 3.47 |      |
| 3      | 30 |        |      | 3.57 | 3.57 |      |
| 8      | 30 |        |      | 3.63 | 3.63 |      |
| 11     | 30 |        |      | 3.67 | 3.67 |      |
| 1      | 30 |        |      | 3.70 | 3.70 |      |
| 5      | 30 |        |      |      | 3.77 | 3.77 |
| 13     | 30 |        |      |      | 3.80 | 3.80 |
| 10     | 30 |        |      |      | 3.83 | 3.83 |
| 2      | 30 |        |      |      | 3.87 | 3.87 |
| 14     | 30 |        |      |      | 3.90 | 3.90 |
| 6      | 30 |        |      |      |      | 3.97 |
| Sig.   |    | .055   | .081 | .081 | .108 | .161 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .348.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = 0.05.

b. Atribut Aroma

| Panelis | Atribut Aroma |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |
|---------|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
|         | F1            | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 | F7 | F8 | F9 | F10 | F11 | F12 | F13 | F14 |
| 1       | 4             | 3  | 3  | 4  | 4  | 4  | 3  | 4  | 3  | 4   | 4   | 3   | 3   | 3   |
| 2       | 3             | 3  | 3  | 4  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 4   | 4   | 4   | 3   | 3   |
| 3       | 4             | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  | 3  | 4  | 4   | 3   | 3   | 4   | 3   |
| 4       | 3             | 3  | 4  | 4  | 4  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 3   | 4   |
| 5       | 3             | 4  | 4  | 3  | 4  | 3  | 4  | 4  | 3  | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   |
| 6       | 4             | 3  | 3  | 4  | 4  | 4  | 3  | 3  | 4  | 4   | 3   | 4   | 3   | 3   |
| 7       | 3             | 3  | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  | 3  | 4  | 4   | 2   | 3   | 3   | 3   |
| 8       | 3             | 4  | 4  | 4  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 3   | 4   |
| 9       | 3             | 4  | 4  | 4  | 3  | 3  | 4  | 3  | 4  | 4   | 3   | 4   | 4   | 4   |
| 10      | 4             | 4  | 3  | 4  | 4  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 4   | 3   | 3   |
| 11      | 4             | 3  | 4  | 4  | 4  | 3  | 4  | 3  | 4  | 3   | 3   | 3   | 4   | 3   |
| 12      | 4             | 4  | 4  | 4  | 3  | 3  | 3  | 3  | 4  | 4   | 3   | 3   | 3   | 3   |
| 13      | 4             | 4  | 4  | 4  | 3  | 4  | 4  | 3  | 3  | 4   | 4   | 3   | 3   | 4   |
| 14      | 3             | 3  | 3  | 4  | 4  | 3  | 3  | 4  | 4  | 3   | 4   | 4   | 4   | 4   |
| 15      | 4             | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  | 4  | 4  | 4   | 3   | 3   | 3   | 3   |
| 16      | 4             | 3  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  | 3  | 4   | 3   | 4   | 3   | 3   |
| 17      | 4             | 4  | 4  | 3  | 4  | 3  | 4  | 3  | 4  | 4   | 3   | 3   | 3   | 4   |
| 18      | 4             | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  | 3  | 3  | 4   | 3   | 4   | 3   | 4   |
| 19      | 4             | 3  | 4  | 3  | 4  | 3  | 4  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 3   | 4   |
| 20      | 4             | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  | 3  | 4  | 3  | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   |
| 21      | 4             | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 4   | 3   |
| 22      | 4             | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  | 3  | 3  | 3  | 4   | 3   | 3   | 3   | 3   |
| 23      | 3             | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  | 4  | 4  | 3   | 4   | 4   | 3   | 4   |
| 24      | 4             | 4  | 4  | 4  | 3  | 4  | 4  | 3  | 3  | 4   | 4   | 3   | 3   | 3   |
| 25      | 4             | 4  | 4  | 4  | 3  | 4  | 4  | 3  | 4  | 3   | 4   | 4   | 3   | 3   |
| 26      | 4             | 4  | 3  | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  | 3  | 3   | 3   | 4   | 4   | 3   |
| 27      | 3             | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  | 3  | 3   | 4   | 4   | 4   | 4   |
| 28      | 3             | 4  | 3  | 3  | 4  | 3  | 4  | 4  | 3  | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   |
| 29      | 3             | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  | 3  | 4  | 3  | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   |
| 30      | 4             | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  | 3  | 3  | 4   | 3   | 4   | 3   | 3   |

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Aroma

| Source          | Type III Sum of Squares | df  | Mean Square | F         | Sig. |
|-----------------|-------------------------|-----|-------------|-----------|------|
| Corrected Model | 25.243 <sup>a</sup>     | 42  | .601        | 2.772     | .000 |
| Intercept       | 5166.021                | 1   | 5166.021    | 23827.896 | .000 |
| Sampel          | 16.479                  | 13  | 1.268       | 5.847     | .000 |
| Panelis         | 8.764                   | 29  | .302        | 1.394     | .088 |
| Error           | 81.736                  | 377 | .217        |           |      |
| Total           | 5273.000                | 420 |             |           |      |
| Corrected Total | 106.979                 | 419 |             |           |      |

a. R Squared = .236 (Adjusted R Squared = .151)

### Aroma

Duncan<sup>a,b</sup>

| Sampel | N  | Subset |      |      |      |      |      |
|--------|----|--------|------|------|------|------|------|
|        |    | 1      | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
| 4      | 30 | 3.33   |      |      |      |      |      |
| 7      | 30 | 3.50   | 3.50 | 3.50 |      |      |      |
| 12     | 30 |        | 3.67 | 3.67 | 3.67 |      |      |
| 9      | 30 |        | 3.70 | 3.70 | 3.70 |      |      |
| 3      | 30 |        |      | 3.90 | 3.90 | 3.90 |      |
| 8      | 30 |        |      | 3.93 | 3.93 | 3.93 |      |
| 11     | 30 |        |      | 4.00 | 4.00 | 4.00 |      |
| 1      | 30 |        |      | 4.07 | 4.07 | 4.07 |      |
| 5      | 30 |        |      |      | 4.20 | 4.20 | 4.20 |
| 13     | 30 |        |      |      | 4.23 | 4.23 | 4.23 |
| 10     | 30 |        |      |      |      | 4.57 | 4.57 |
| 2      | 30 |        |      |      |      | 4.63 | 4.63 |
| 14     | 30 |        |      |      |      | 4.67 | 4.67 |
| 6      | 30 |        |      |      |      |      | 4.97 |
| Sig.   |    | .061   | .055 | .077 | .077 | .085 | .085 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .217.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = 0.05.

c. Atribut Rasa

| Panelis | Atribut Rasa |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |
|---------|--------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
|         | F1           | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 | F7 | F8 | F9 | F10 | F11 | F12 | F13 | F14 |
| 1       | 3            | 5  | 3  | 4  | 4  | 4  | 5  | 2  | 5  | 4   | 2   | 3   | 3   | 4   |
| 2       | 5            | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  | 6  | 6  | 2  | 4   | 4   | 4   | 2   | 4   |
| 3       | 5            | 3  | 5  | 6  | 7  | 6  | 5  | 5  | 6  | 2   | 3   | 3   | 4   | 6   |
| 4       | 6            | 6  | 7  | 7  | 5  | 7  | 5  | 2  | 4  | 5   | 2   | 2   | 2   | 5   |
| 5       | 4            | 4  | 4  | 5  | 6  | 4  | 7  | 4  | 2  | 4   | 2   | 4   | 4   | 4   |
| 6       | 4            | 7  | 6  | 4  | 4  | 4  | 5  | 4  | 4  | 4   | 6   | 4   | 4   | 2   |
| 7       | 5            | 5  | 5  | 4  | 4  | 4  | 4  | 2  | 2  | 2   | 5   | 5   | 6   | 5   |
| 8       | 5            | 4  | 4  | 5  | 5  | 3  | 5  | 6  | 5  | 5   | 5   | 2   | 4   | 6   |
| 9       | 3            | 4  | 3  | 6  | 5  | 6  | 3  | 5  | 2  | 4   | 5   | 2   | 2   | 4   |
| 10      | 7            | 3  | 7  | 3  | 5  | 4  | 6  | 4  | 3  | 2   | 4   | 6   | 2   | 2   |
| 11      | 4            | 3  | 4  | 4  | 3  | 4  | 4  | 2  | 4  | 4   | 2   | 4   | 6   | 6   |
| 12      | 5            | 4  | 6  | 4  | 5  | 5  | 6  | 3  | 4  | 6   | 5   | 5   | 5   | 5   |
| 13      | 5            | 7  | 5  | 5  | 5  | 3  | 7  | 3  | 4  | 2   | 2   | 5   | 3   | 3   |
| 14      | 3            | 6  | 5  | 6  | 5  | 6  | 4  | 6  | 2  | 4   | 4   | 4   | 2   | 2   |
| 15      | 7            | 4  | 5  | 7  | 7  | 4  | 4  | 2  | 6  | 5   | 6   | 5   | 2   | 6   |
| 16      | 6            | 5  | 7  | 4  | 5  | 7  | 3  | 3  | 2  | 2   | 4   | 2   | 6   | 4   |
| 17      | 5            | 3  | 3  | 5  | 4  | 5  | 4  | 4  | 4  | 5   | 2   | 2   | 5   | 4   |
| 18      | 5            | 4  | 4  | 5  | 5  | 4  | 5  | 2  | 4  | 4   | 2   | 4   | 5   | 6   |
| 19      | 3            | 5  | 5  | 6  | 4  | 5  | 6  | 4  | 4  | 2   | 5   | 5   | 2   | 2   |
| 20      | 6            | 6  | 5  | 3  | 3  | 5  | 3  | 4  | 2  | 6   | 4   | 4   | 2   | 4   |
| 21      | 5            | 4  | 6  | 5  | 5  | 7  | 6  | 2  | 3  | 2   | 6   | 5   | 4   | 5   |
| 22      | 5            | 7  | 5  | 5  | 4  | 7  | 7  | 5  | 6  | 5   | 2   | 5   | 5   | 6   |
| 23      | 7            | 6  | 4  | 5  | 7  | 4  | 3  | 4  | 2  | 6   | 2   | 6   | 5   | 2   |
| 24      | 5            | 4  | 3  | 4  | 3  | 4  | 4  | 2  | 4  | 2   | 4   | 3   | 2   | 4   |
| 25      | 4            | 5  | 7  | 7  | 6  | 4  | 4  | 4  | 6  | 4   | 6   | 2   | 3   | 5   |
| 26      | 3            | 3  | 5  | 4  | 4  | 6  | 4  | 4  | 2  | 4   | 4   | 2   | 4   | 7   |
| 27      | 3            | 5  | 4  | 5  | 4  | 5  | 4  | 2  | 5  | 5   | 2   | 4   | 2   | 2   |
| 28      | 3            | 4  | 3  | 6  | 3  | 5  | 4  | 6  | 5  | 2   | 4   | 6   | 3   | 4   |
| 29      | 3            | 4  | 4  | 3  | 4  | 7  | 3  | 4  | 2  | 5   | 6   | 4   | 4   | 4   |
| 30      | 7            | 7  | 4  | 5  | 4  | 5  | 4  | 2  | 6  | 4   | 4   | 4   | 2   | 7   |

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Rasa

| Source          | Type III Sum of Squares | df  | Mean Square | F        | Sig. |
|-----------------|-------------------------|-----|-------------|----------|------|
| Corrected Model | 177.990 <sup>a</sup>    | 42  | 4.238       | 2.436    | .000 |
| Intercept       | 7680.038                | 1   | 7680.038    | 4413.873 | .000 |
| Sampel          | 106.029                 | 13  | 8.156       | 4.687    | .000 |
| Panelis         | 71.962                  | 29  | 2.481       | 1.426    | .074 |
| Error           | 655.971                 | 377 | 1.740       |          |      |
| Total           | 8514.000                | 420 |             |          |      |
| Corrected Total | 833.962                 | 419 |             |          |      |

a. R Squared = .213 (Adjusted R Squared = .126)

**Rasa**

Duncan<sup>a,b</sup>

| Sampel | N  | Subset |      |      |      |
|--------|----|--------|------|------|------|
|        |    | 1      | 2    | 3    | 4    |
| 14     | 30 | 3.43   |      |      |      |
| 6      | 30 | 3.47   | 3.47 |      |      |
| 2      | 30 | 3.50   | 3.50 |      |      |
| 13     | 30 |        | 3.77 | 3.77 |      |
| 10     | 30 |        | 3.83 | 3.83 |      |
| 5      | 30 |        | 3.87 | 3.87 |      |
| 1      | 30 |        | 3.93 | 3.93 |      |
| 11     | 30 |        | 4.03 | 4.03 |      |
| 8      | 30 |        | 4.07 | 4.07 |      |
| 3      | 30 |        | 4.13 | 4.13 |      |
| 12     | 30 |        |      | 4.27 | 4.27 |
| 7      | 30 |        |      | 4.33 | 4.33 |
| 9      | 30 |        |      | 4.33 | 4.33 |
| 4      | 30 |        |      |      | 4.37 |
| Sig.   |    | .357   | .059 | .162 | .254 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1.740.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

c. Alpha = 0.05.

d. Atribut Tekstur

| Panelis | Atribut Tekstur |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |
|---------|-----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
|         | F1              | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 | F7 | F8 | F9 | F10 | F11 | F12 | F13 | F14 |
| 1       | 3               | 4  | 3  | 4  | 4  | 4  | 7  | 2  | 2  | 4   | 2   | 3   | 3   | 4   |
| 2       | 2               | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  | 2  | 3  | 2  | 4   | 4   | 4   | 2   | 4   |
| 3       | 2               | 5  | 2  | 2  | 4  | 6  | 2  | 2  | 4  | 2   | 3   | 3   | 4   | 4   |
| 4       | 5               | 3  | 2  | 3  | 3  | 3  | 4  | 2  | 4  | 4   | 2   | 2   | 2   | 3   |
| 5       | 4               | 4  | 4  | 4  | 2  | 4  | 3  | 4  | 2  | 4   | 2   | 4   | 4   | 4   |
| 6       | 4               | 3  | 3  | 6  | 4  | 4  | 2  | 4  | 4  | 4   | 3   | 4   | 4   | 2   |
| 7       | 2               | 2  | 3  | 4  | 1  | 4  | 4  | 2  | 2  | 2   | 2   | 2   | 2   | 3   |
| 8       | 5               | 7  | 1  | 3  | 2  | 3  | 5  | 4  | 3  | 3   | 2   | 2   | 4   | 4   |
| 9       | 3               | 4  | 3  | 3  | 1  | 4  | 5  | 4  | 2  | 4   | 3   | 2   | 2   | 4   |
| 10      | 2               | 3  | 3  | 7  | 2  | 4  | 4  | 4  | 3  | 2   | 4   | 4   | 2   | 2   |
| 11      | 4               | 3  | 1  | 4  | 2  | 4  | 4  | 2  | 4  | 4   | 2   | 4   | 4   | 4   |
| 12      | 3               | 6  | 2  | 4  | 2  | 2  | 2  | 3  | 4  | 2   | 3   | 2   | 3   | 3   |
| 13      | 5               | 4  | 3  | 4  | 2  | 5  | 3  | 3  | 4  | 2   | 2   | 3   | 3   | 3   |
| 14      | 3               | 4  | 4  | 2  | 2  | 3  | 4  | 3  | 2  | 4   | 4   | 4   | 2   | 2   |
| 15      | 3               | 4  | 2  | 2  | 4  | 4  | 6  | 2  | 4  | 4   | 4   | 4   | 2   | 3   |
| 16      | 2               | 5  | 1  | 4  | 1  | 2  | 3  | 3  | 2  | 2   | 4   | 2   | 3   | 4   |
| 17      | 6               | 3  | 3  | 4  | 4  | 2  | 4  | 4  | 4  | 3   | 2   | 2   | 3   | 4   |
| 18      | 2               | 2  | 4  | 3  | 2  | 4  | 3  | 2  | 4  | 4   | 2   | 4   | 4   | 2   |
| 19      | 3               | 3  | 1  | 2  | 4  | 2  | 2  | 4  | 4  | 2   | 3   | 3   | 2   | 2   |
| 20      | 3               | 4  | 2  | 3  | 2  | 3  | 3  | 4  | 2  | 3   | 4   | 4   | 2   | 4   |
| 21      | 3               | 5  | 4  | 4  | 5  | 3  | 2  | 2  | 3  | 2   | 2   | 3   | 4   | 4   |
| 22      | 7               | 3  | 1  | 5  | 3  | 3  | 2  | 2  | 2  | 3   | 2   | 3   | 2   | 3   |
| 23      | 4               | 2  | 4  | 2  | 3  | 5  | 3  | 4  | 2  | 4   | 2   | 4   | 2   | 2   |
| 24      | 4               | 4  | 3  | 4  | 3  | 4  | 4  | 2  | 4  | 4   | 4   | 3   | 2   | 4   |
| 25      | 4               | 7  | 4  | 3  | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  | 4   | 3   | 2   | 3   | 5   |
| 26      | 3               | 3  | 3  | 1  | 3  | 2  | 6  | 4  | 2  | 4   | 4   | 2   | 4   | 3   |
| 27      | 5               | 4  | 1  | 3  | 4  | 1  | 4  | 2  | 4  | 3   | 2   | 4   | 2   | 2   |
| 28      | 3               | 4  | 3  | 3  | 3  | 2  | 4  | 3  | 5  | 2   | 4   | 4   | 3   | 4   |
| 29      | 4               | 6  | 4  | 3  | 2  | 4  | 3  | 4  | 2  | 3   | 4   | 4   | 4   | 4   |
| 30      | 4               | 3  | 4  | 3  | 4  | 3  | 3  | 2  | 3  | 4   | 4   | 4   | 2   | 4   |



### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Tekstur

| Source          | Type III Sum of Squares | df  | Mean Square | F        | Sig. |
|-----------------|-------------------------|-----|-------------|----------|------|
| Corrected Model | 83.057 <sup>a</sup>     | 42  | 1.978       | 1.768    | .003 |
| Intercept       | 4339.286                | 1   | 4339.286    | 3879.718 | .000 |
| Sampel          | 44.914                  | 13  | 3.455       | 3.089    | .000 |
| Panelis         | 38.143                  | 29  | 1.315       | 1.176    | .247 |
| Error           | 421.657                 | 377 | 1.118       |          |      |
| Total           | 4844.000                | 420 |             |          |      |
| Corrected Total | 504.714                 | 419 |             |          |      |

a. R Squared = .165 (Adjusted R Squared = .071)

### Tekstur

Duncan<sup>a,b</sup>

| Sampel | N  | Subset |      |      |      |
|--------|----|--------|------|------|------|
|        |    | 1      | 2    | 3    | 4    |
| 14     | 30 | 2.93   |      |      |      |
| 6      | 30 | 3.00   | 3.00 |      |      |
| 2      | 30 | 3.03   | 3.03 |      |      |
| 13     | 30 | 3.27   | 3.27 | 3.27 |      |
| 10     | 30 |        | 3.40 | 3.40 | 3.40 |
| 5      | 30 |        | 3.50 | 3.50 | 3.50 |
| 1      | 30 |        | 3.53 | 3.53 | 3.53 |
| 11     | 30 |        |      | 3.63 | 3.63 |
| 8      | 30 |        |      | 3.67 | 3.67 |
| 3      | 30 |        |      | 3.73 | 3.73 |
| 12     | 30 |        |      | 3.80 | 3.80 |
| 9      | 30 |        |      | 3.83 | 3.83 |
| 8      | 30 |        |      | 3.87 | 3.87 |
| 4      | 30 |        |      |      | 3.90 |
| Sig.   |    | .052   | .066 | .052 | .054 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1.118.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = 0.05.

## Lampiran 12. Data Analisis Verifikasi Formula Optimal

### 1. Daya Rehidrasi

| Ulangan | W <sub>1</sub> (g) | W <sub>2</sub> (g) | % Daya Rehidrasi | Rata-Rata |
|---------|--------------------|--------------------|------------------|-----------|
| 1       | 5,02               | 11,48              | 128,69           | 129,52%   |
| 2       | 5,01               | 11,54              | 130,34           |           |

### 2. Kadar Air

| Ulangan | Wcawan konstan (g) | Wcawan+sampel konstan (g) | Wcawan konstan+sampel (g) | % Kadar Air | Rata-Rata |
|---------|--------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|-----------|
| 1       | 21,60              | 23,60                     | 23,49                     | 5,50        | 5,67%     |
| 2       | 22,11              | 24,17                     | 24,05                     | 5,83        |           |

### 3. Kadar Pati

| Ulangan | W <sub>s</sub> (g) | V <sub>b</sub> (mL) | N Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (N) | FP     | V <sub>s</sub> (mL) | %Kadar Pati | Rata-Rata |
|---------|--------------------|---------------------|---|--------|---------------------|-------------|-----------|
| 1       | 1,00               | 11,80               | 0,0913  | 500/10 | 5,40                | 71,50       | 71,72%    |
| 2       | 1,01               | 11,80               | 0,0913  | 500/10 | 5,30                | 71,93       |           |

### 4. Kadar Serat Kasar

| Ulangan | W <sub>sampel</sub> (g) | W <sub>kertas</sub> (g) | W <sub>kertas+serat</sub> (g) | % KSK | Rata-Rata |
|---------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------|-----------|
| 1       | 1,01                    | 1,11                    | 1,14                          | 2,97  | 2,48%     |
| 2       | 1,01                    | 1,07                    | 1,09                          | 1,98  |           |

5. Uji Organoleptik

| Panelis          | Warna       | Aroma       | Rasa        | Tekstur     |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1                | 4           | 3           | 4           | 3           |
| 2                | 3           | 4           | 5           | 3           |
| 3                | 4           | 6           | 6           | 4           |
| 4                | 4           | 3           | 4           | 3           |
| 5                | 3           | 4           | 5           | 4           |
| 6                | 4           | 4           | 4           | 4           |
| 7                | 4           | 4           | 3           | 3           |
| 8                | 5           | 4           | 3           | 5           |
| 9                | 4           | 3           | 4           | 4           |
| 10               | 4           | 4           | 5           | 3           |
| 11               | 3           | 3           | 6           | 4           |
| 12               | 4           | 3           | 2           | 6           |
| 13               | 3           | 4           | 2           | 3           |
| 14               | 3           | 5           | 5           | 6           |
| 15               | 4           | 4           | 6           | 3           |
| 16               | 4           | 4           | 4           | 3           |
| 17               | 4           | 4           | 4           | 5           |
| 18               | 3           | 4           | 2           | 4           |
| 19               | 4           | 4           | 2           | 4           |
| 20               | 4           | 3           | 2           | 3           |
| 21               | 3           | 4           | 5           | 3           |
| 22               | 5           | 3           | 5           | 4           |
| 23               | 4           | 3           | 4           | 4           |
| 24               | 3           | 4           | 5           | 4           |
| 25               | 5           | 4           | 7           | 4           |
| 26               | 4           | 3           | 8           | 3           |
| 27               | 4           | 3           | 4           | 3           |
| 28               | 4           | 3           | 5           | 3           |
| 29               | 4           | 3           | 3           | 4           |
| 30               | 4           | 4           | 3           | 4           |
| <b>Rata-Rata</b> | <b>3,83</b> | <b>3,70</b> | <b>4,23</b> | <b>3,76</b> |

### Lampiran 13. Tabel Estimasi Koefisien Mixture D-Optimal

Tabel 30. ANOVA Metode Mixture D-Optimal Daya Rehidrasi

| Source                        | Sum of Squares | df | Mean Square | F-value | p-value |                 |
|-------------------------------|----------------|----|-------------|---------|---------|-----------------|
| <b>Model</b>                  | 819.54         | 2  | 409.77      | 137.95  | 0.0001  | < significant   |
| <sup>(1)</sup> Linear Mixture | 819.54         | 2  | 409.77      | 137.95  | 0.0001  | <               |
| <b>Residual</b>               | 32.67          | 11 | 2.97        |         |         |                 |
| Lack of Fit                   | 27.01          | 8  | 3.38        | 1.79    | 0.3431  | not significant |
| Pure Error                    | 5.66           | 3  | 1.89        |         |         |                 |
| <b>Cor Total</b>              | 852.21         | 13 |             |         |         |                 |

Tabel 31. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Terhadap Daya Rehidrasi

| Component          | Coefficient Estimate | df | Standard Error | 95% CI Low | 95% CI High | VIF  |
|--------------------|----------------------|----|----------------|------------|-------------|------|
| A-Tepung Kentang   | 110.33               | 1  | 1.08           | 107.96     | 112.70      | 1.60 |
| B-Gel Pati Tapioka | 133.45               | 1  | 0.9910         | 131.27     | 135.63      | 1.51 |
| C-Tepung Mocaf     | 114.87               | 1  | 5.04           | 103.77     | 125.97      | 2.18 |

Tabel 32. ANOVA Metode Mixture D-Optimal Kadar Air

| Source                        | Sum of Squares | df | Mean Square | F-value | p-value |                 |
|-------------------------------|----------------|----|-------------|---------|---------|-----------------|
| <b>Model</b>                  | 5.11           | 2  | 2.55        | 40.98   | 0.0001  | < significant   |
| <sup>(1)</sup> Linear Mixture | 5.11           | 2  | 2.55        | 40.98   | 0.0001  | <               |
| <b>Residual</b>               | 0.6855         | 11 | 0.0623      |         |         |                 |
| Lack of Fit                   | 0.3866         | 8  | 0.0483      | 0.4851  | 0.8162  | not significant |

|                  |        |    |        |  |  |  |
|------------------|--------|----|--------|--|--|--|
| Pure Error       | 0.2989 | 3  | 0.0996 |  |  |  |
| <b>Cor Total</b> | 5.79   | 13 |        |  |  |  |

Tabel 33. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Terhadap Kadar Air

| Component          | Coefficient Estimate | df | Standard Error | 95% CI Low | 95% CI High | VIF  |
|--------------------|----------------------|----|----------------|------------|-------------|------|
| A-Tepung Kentang   | 6.95                 | 1  | 0.1561         | 6.60       | 7.29        | 1.60 |
| B-Gel Pati Tapioka | 5.18                 | 1  | 0.1435         | 4.87       | 5.50        | 1.51 |
| C-Tepung Mocaf     | 7.77                 | 1  | 0.7302         | 6.17       | 9.38        | 2.18 |

Tabel 34. ANOVA Metode Mixture D-Optimal Kadar Pati

| Source                        | Sum of Squares | df | Mean Square | F-value | p-value |                 |
|-------------------------------|----------------|----|-------------|---------|---------|-----------------|
| <b>Model</b>                  | 229.29         | 2  | 114.64      | 471.94  | 0.0001  | < significant   |
| <sup>(1)</sup> Linear Mixture | 229.29         | 2  | 114.64      | 471.94  | 0.0001  | <               |
| <b>Residual</b>               | 2.67           | 11 | 0.2429      |         |         |                 |
| Lack of Fit                   | 1.85           | 8  | 0.2307      | 0.8378  | 0.6279  | not significant |
| Pure Error                    | 0.8262         | 3  | 0.2754      |         |         |                 |
| <b>Cor Total</b>              | 231.96         | 13 |             |         |         |                 |

Tabel 35. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Terhadap Kadar Pati

| Component          | Coefficient Estimate | df | Standard Error | 95% CI Low | 95% CI High | VIF  |
|--------------------|----------------------|----|----------------|------------|-------------|------|
| A-Tepung Kentang   | 61.57                | 1  | 0.3082         | 60.90      | 62.25       | 1.60 |
| B-Gel Pati Tapioka | 73.79                | 1  | 0.2834         | 73.16      | 74.41       | 1.51 |
| C-Tepung Mocaf     | 63.49                | 1  | 1.44           | 60.32      | 66.67       | 2.18 |

Tabel 36. ANOVA Metode Mixture D-Optimal Kadar Serat Kasar

| Source                        | Sum of Squares | df | Mean Square | F-value | p-value |                 |
|-------------------------------|----------------|----|-------------|---------|---------|-----------------|
| <b>Model</b>                  | 2.37           | 2  | 1.19        | 18.99   | 0.0003  | significant     |
| <sup>(1)</sup> Linear Mixture | 2.37           | 2  | 1.19        | 18.99   | 0.0003  |                 |
| <b>Residual</b>               | 0.6870         | 11 | 0.0625      |         |         |                 |
| Lack of Fit                   | 0.6027         | 8  | 0.0753      | 2.68    | 0.2249  | not significant |
| Pure Error                    | 0.0842         | 3  | 0.0281      |         |         |                 |
| <b>Cor Total</b>              | 3.06           | 13 |             |         |         |                 |

Tabel 37. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Terhadap Kadar Serat Kasar

| Component          | Coefficient Estimate | df | Standard Error | 95% CI Low | 95% CI High | VIF  |
|--------------------|----------------------|----|----------------|------------|-------------|------|
| A-Tepung Kentang   | 2.03                 | 1  | 0.1563         | 1.69       | 2.37        | 1.60 |
| B-Gel Pati Tapioka | 1.62                 | 1  | 0.1437         | 1.30       | 1.93        | 1.51 |
| C-Tepung Mocaf     | 6.46                 | 1  | 0.7310         | 4.85       | 8.06        | 2.18 |

Tabel 38. ANOVA Metode Mixture D-Optimal Warna

| Source                        | Sum of Squares | df | Mean Square | F-value | p-value  |                 |
|-------------------------------|----------------|----|-------------|---------|----------|-----------------|
| <b>Model</b>                  | 0.5797         | 2  | 0.2899      | 101.20  | < 0.0001 | significant     |
| <sup>(1)</sup> Linear Mixture | 0.5797         | 2  | 0.2899      | 101.20  | < 0.0001 |                 |
| <b>Residual</b>               | 0.0315         | 11 | 0.0029      |         |          |                 |
| Lack of Fit                   | 0.0253         | 8  | 0.0032      | 1.52    | 0.4006   | not significant |
| Pure Error                    | 0.0062         | 3  | 0.0021      |         |          |                 |
| <b>Cor Total</b>              | 0.6112         | 13 |             |         |          |                 |

Tabel 39. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Terhadap Warna

| Component          | Coefficient Estimate | df | Standard Error | 95% CI Low | 95% CI High | VIF  |
|--------------------|----------------------|----|----------------|------------|-------------|------|
| A-Tepung Kentang   | 3.39                 | 1  | 0.0335         | 3.31       | 3.46        | 1.60 |
| B-Gel Pati Tapioka | 3.99                 | 1  | 0.0308         | 3.92       | 4.06        | 1.51 |
| C-Tepung Mocaf     | 3.29                 | 1  | 0.1566         | 2.95       | 3.64        | 2.18 |

Tabel 40. ANOVA Metode Mixture D-Optimal Aroma

| Source                        | Sum of Squares | df | Mean Square | F-value | p-value |                 |
|-------------------------------|----------------|----|-------------|---------|---------|-----------------|
| <b>Model</b>                  | 2.77           | 2  | 1.38        | 69.71   | 0.0001  | < significant   |
| <sup>(1)</sup> Linear Mixture | 2.77           | 2  | 1.38        | 69.71   | 0.0001  | <               |
| <b>Residual</b>               | 0.2185         | 11 | 0.0199      |         |         |                 |
| Lack of Fit                   | 0.1153         | 8  | 0.0144      | 0.4187  | 0.8555  | not significant |
| Pure Error                    | 0.1032         | 3  | 0.0344      |         |         |                 |
| <b>Cor Total</b>              | 2.99           | 13 |             |         |         |                 |

Tabel 41. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Terhadap Aroma

| Component          | Coefficient Estimate | df | Standard Error | 95% CI Low | 95% CI High | VIF  |
|--------------------|----------------------|----|----------------|------------|-------------|------|
| A-Tepung Kentang   | 4.70                 | 1  | 0.0881         | 4.51       | 4.89        | 1.60 |
| B-Gel Pati Tapioka | 3.37                 | 1  | 0.0810         | 3.19       | 3.55        | 1.51 |
| C-Tepung Mocaf     | 4.83                 | 1  | 0.4123         | 3.92       | 5.74        | 2.18 |

Tabel 42. ANOVA Metode Mixture D-Optimal Rasa

| Source                        | Sum of Squares | df | Mean Square | F-value | p-value |                 |
|-------------------------------|----------------|----|-------------|---------|---------|-----------------|
| <b>Model</b>                  | 1.30           | 2  | 0.6494      | 90.72   | 0.0001  | < significant   |
| <sup>(1)</sup> Linear Mixture | 1.30           | 2  | 0.6494      | 90.72   | 0.0001  | <               |
| <b>Residual</b>               | 0.0787         | 11 | 0.0072      |         |         |                 |
| Lack of Fit                   | 0.0743         | 8  | 0.0093      | 6.34    | 0.0783  | not significant |
| Pure Error                    | 0.0044         | 3  | 0.0015      |         |         |                 |
| <b>Cor Total</b>              | 1.38           | 13 |             |         |         |                 |

Tabel 43. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Terhadap Rasa

| Component          | Coefficient Estimate | df | Standard Error | 95% CI Low | 95% CI High | VIF  |
|--------------------|----------------------|----|----------------|------------|-------------|------|
| A-Tepung Kentang   | 3.53                 | 1  | 0.0529         | 3.42       | 3.65        | 1.60 |
| B-Gel Pati Tapioka | 4.44                 | 1  | 0.0487         | 4.34       | 4.55        | 1.51 |
| C-Tepung Mocaf     | 3.49                 | 1  | 0.2475         | 2.95       | 4.03        | 2.18 |

Tabel 44. ANOVA Metode Mixture D-Optimal Tekstur

| Source                        | Sum of Squares | df | Mean Square | F-value | p-value |                 |
|-------------------------------|----------------|----|-------------|---------|---------|-----------------|
| <b>Model</b>                  | 1.32           | 2  | 0.6607      | 55.05   | 0.0001  | < significant   |
| <sup>(1)</sup> Linear Mixture | 1.32           | 2  | 0.6607      | 55.05   | 0.0001  | <               |
| <b>Residual</b>               | 0.1320         | 11 | 0.0120      |         |         |                 |
| Lack of Fit                   | 0.1207         | 8  | 0.0151      | 3.99    | 0.1413  | not significant |
| Pure Error                    | 0.0113         | 3  | 0.0038      |         |         |                 |



|                  |      |    |  |  |  |  |
|------------------|------|----|--|--|--|--|
| <b>Cor Total</b> | 1.45 | 13 |  |  |  |  |
|------------------|------|----|--|--|--|--|

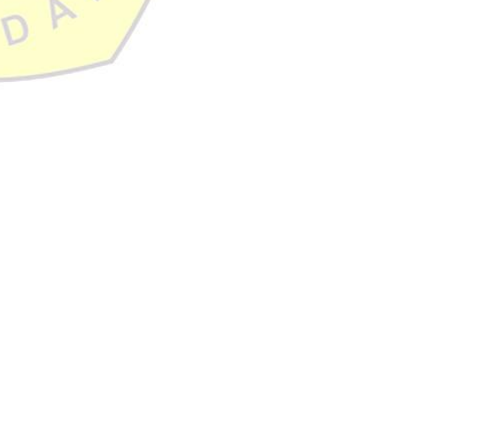
Tabel 45. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Terhadap Tekstur

| <b>Component</b>   | <b>Coefficient Estimate</b> | <b>df</b> | <b>Standard Error</b> | <b>95% CI Low</b> | <b>95% CI High</b> | <b>VIF</b> |
|--------------------|-----------------------------|-----------|-----------------------|-------------------|--------------------|------------|
| A-Tepung Kentang   | 3.10                        | 1         | 0.0685                | 2.94              | 3.25               | 1.60       |
| B-Gel Pati Tapioka | 4.01                        | 1         | 0.0630                | 3.87              | 4.15               | 1.51       |
| C-Tepung Mocaf     | 2.97                        | 1         | 0.3205                | 2.26              | 3.68               | 2.18       |



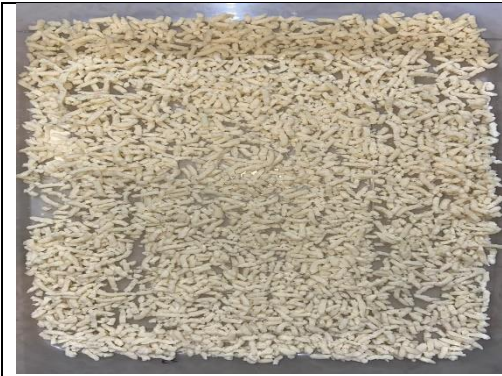
**Lampiran 14. Dokumentasi Pembuatan Tepung Kentang**





**Lampiran 15. Dokumentasi Pembuatan Beras Analog**





## Lampiran 16. Dokumentasi Analisis

