

**PENGARUH VARIETAS BERAS PECAH KULIT DAN HEAT  
MOISTURE TREATMENT TERHADAP SIFAT FISIOKIMIA  
TEPUNG BERAS ( *Oryza sativa* )**

**S K R I P S I**

**Oleh:**

**SALSABILA AYU UTAMI  
2204310016  
TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2026**

**PENGARUH VARIETAS BERAS PECAH KULIT DAN HEAT  
MOISTURE TREATMENT TERHADAP SIFAT FISIOKIMIA  
TEPUNG BERAS (*Oryza sativa*)**

**SKRIPSI**

Oleh:

**SALSABILA AYU UTAMI  
2204310016  
TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN**

Disusun sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Studi Strata (S1) pada  
Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Komisi Pembimbing



Dr. Budi Suarti, S.P., M.Si.

Ketua

Disahkan Oleh:



Prof. Dr. Ir. Wan Arfiani Barus, M.P.

**Tanggal Lulus : 10 September 2026**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya:

Nama : SALSABILA AYU UTAMI

NPM : 2204310016

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan judul “Pengaruh Varietas Beras Pecah Kulit Dan Heat Moisture Treatment Terhadap Sifat Fisiokimia Tepung Beras (*Oryza sativa*).”, adalah hasil penelitian pemikiran dan penjelasan yang datang dari saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain, saya akan menyertakan sumbernya dengan jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan jika dikemudian terbukti ada tindakan penjiplakan (plagiarism), maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang sudah saya peroleh. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Medan, Agustus 2026

Yang Menyatakan



Salsabila Ayu Utami

## RINGKASAN

Penelitian ini berjudul “Pengaruh Varietas dan *Heat Moisture Treatment* terhadap Sifat Fisikokimia Tepung Beras (*Oryza sativa* L.)” yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu *Heat Moisture Treatment* (HMT), perbedaan varietas beras pecah kulit, serta interaksi keduanya terhadap sifat fisikokimia tepung beras, dengan hipotesis bahwa waktu HMT, varietas beras pecah kulit, dan interaksi kedua faktor tersebut berpengaruh nyata terhadap sifat fisikokimia tepung beras, penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2026 sampai selesai di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri atas empat varietas beras, yaitu IR 64, Inpari 32, Ciherang, dan Sianturi, serta empat perlakuan waktu HMT yaitu 1, 2, 3, dan 4 jam dengan dua kali ulangan sehingga diperoleh 32 unit percobaan, bahan yang digunakan meliputi beras, aquades, BSA, larutan amilosa, iodum, NaOH, etanol, dan asam asetat, sedangkan alat yang digunakan antara lain oven, blender, ayakan mesh, timbangan analitik, spektrofotometer, dan kolorimeter, parameter yang diamati meliputi kadar air, kadar abu, protein, amilosa, serta warna, data dianalisis menggunakan ANOVA dan dilanjutkan dengan DMRT pada taraf 5% apabila terdapat pengaruh nyata, hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan varietas dan lama perlakuan HMT menghasilkan karakteristik fisikokimia tepung beras yang berbeda, khususnya pada kadar air dan kadar abu, dengan rata-rata kadar air perlakuan HMT 1, 2, 3, dan 4 jam masing-masing sebesar 8,5651%, 8,5097%, 8,6896%, dan 8,6621%, sehingga dapat disimpulkan bahwa varietas dan waktu HMT perlu disesuaikan dengan karakteristik tepung yang diinginkan, sedangkan penelitian selanjutnya disarankan menggunakan variasi suhu, kadar air, dan waktu HMT yang lebih beragam serta melakukan pengujian sifat fungsional, sensori, dan aplikasi tepung pada berbagai produk pangan.

## SUMMARY

This research is entitled “The Effect of Variety and Heat Moisture Treatment on the Physicochemical Properties of Rice Flour (*Oryza sativa* L.)” and aims to determine the effects of Heat Moisture Treatment (HMT) duration, differences in brown rice varieties, and the interaction between these two factors on the physicochemical properties of rice flour, with the hypothesis that HMT duration, brown rice variety, and the interaction between both factors significantly affect the physicochemical properties of rice flour, this research was conducted from April 2026 until completion at the Laboratory of Food Technology, Faculty of Agriculture, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, using a factorial Completely Randomized Design (CRD) consisting of four rice varieties, namely IR 64, Inpari 32, Ciherang, and Sianturi, and four HMT duration treatments of 1, 2, 3, and 4 hours with two replications, resulting in 32 experimental units, the materials used included rice, distilled water, BSA, amylose solution, iodine, NaOH, ethanol, and acetic acid, while the equipment included an oven, blender, mesh sieve, analytical balance, spectrophotometer, and colorimeter, the observed parameters consisted of moisture content, ash content, protein content, amylose content, and color, the data were analyzed using ANOVA followed by DMRT at the 5% significance level when significant effects were found, the results showed that differences in rice varieties and HMT duration produced different physicochemical characteristics of rice flour, particularly moisture and ash contents, with average moisture contents for HMT durations of 1, 2, 3, and 4 hours of 8.5651%, 8.5097%, 8.6896%, and 8.6621%, respectively, therefore, rice variety and HMT duration should be adjusted according to the desired flour characteristics, while further research is recommended to investigate variations in temperature, moisture content, and HMT duration and to evaluate functional, sensory, and food-product applications of the resulting flour.

## **RIWAYAT HIDUP**

Salsabila Ayu Utami dilahirkan di Ladang Kongsu, Kabupaten Simalungun pada 13 Mei 2005, anak pertama dari Bapak Supianto dan Ibu Suheri Yansih. Bertempat Tinggal di Huta V Manik Rejo, Kabupaten Simalungun, Pematang Siantar.

Adapun pendidikan formal yang pernah di tempuh Penulis adalah:

1. Sekolah Dasar (SD) Negeri 092249 Mahanda (2010-2016)
2. Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 12 Pematang Siantar (2016-2019).
3. Sekolah Menengah Atas (SMA) Y.P Keluarga Pematang Siantar (2019-2022).
4. Mahasiswi Fakultas Pertanian Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (2022-2026).

Adapun kegiatan dan pengalaman penulis yang pernah diikuti selama menjadi mahasiswa antara lain:

1. Mengikuti Pengenalan Kehidupan Kampus Mahasiswa Baru (PPKMB), pada tahun 2022.
2. Mengikuti Masta Ta'aruf (MASTA) se-Pimpinan Komisariat Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah UMSU, pada tahun 2022.
3. Mengikuti Darul Arqam Dasar (DAD) Pimpinan Komisariat Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah Fakultas Pertanian, pada tahun 2022.
4. Mengikuti KIAM dan BIM Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, pada tahun 2023.
5. Mengikuti LASKAR V Himpunan Mahasiswa Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, pada tahun 2023.
6. Mengikuti Program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) melalui Magang Studi Independen Bersertifikat (MSIB), pada tahun 2024.
7. Melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di PT.PP LONDON SUMATRA INDONESIA Tbk, pada tahun 2025.

8. Melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Sei Merah, Kecamatan Tanjung Morawa, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara, pada tahun 2025.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan khadirat Allah Subhanahu Wata'ala yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah – Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **”Pengaruh Varietas Beras Pecah Kulit Dan Heat Moisture Treatment Terhadap Sifat Fisiokimia Tepung Beras (*Oryza sativa*)”**.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar - besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Wan Arfiani Barus, S.P., M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Misril Fuadi, S.P., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Ibu Dr. Andini Hanif, S.Si., M.Si. selaku Seketaris Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Dr. Budi Suarti, S.P., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang dengan penuh kesabaran dan perhatian membimbing penulis hingga sampai dititik ini, Terimakasih telah membimbing, membantu dan mendorong penulis untuk terus berkembang.
5. Seluruh Dosen Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberi ilmu pengetahuan dan serta nasihat kepada penulis selama masa perkuliahan.

6. Teristimewa kepada kedua orang tua penulis, Ayah dan Mama tercinta yang telah bersusah payah berjuang tiada henti untuk penulis, memberikan semangat dan doa serta dukungan secara moral dan materi, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini. Terimakasih banyak untuk tetap sehat dan mendampingi penulis sampai kapan pun.
7. Untuk diri saya sendiri Salsabila Ayu Utami yang telah kuat sampai detik ini, yang mampu menjalankan tugas akhir ini, yang tidak pernah menyerah dalam menjalankan tugas akhir ini diatas keraguan diri sendiri dan didalam keadaan yang mungkin memaksa untuk kuat dan terus bangkit.
8. Terima kasih kepada seseorang yang spesial Wanda Setia, yang selalu memberikan doa, dukungan, dan semangat dari kejauhan. Terima kasih telah menjadi penguat di tengah lelahnya perjalanan ini dan tetap percaya bahwa penulis mampu menyelesaikannya.
9. Teman-teman seperjuangan stambuk 2022 Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Penulis sangat mengaharpkan kritik dan saran dari semua pihak yang bertujuan untuk menyempurnakan skripsi menjadi yang lebih baik.

Medan, Agustus 2026

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                   | Halaman |
|-----------------------------------|---------|
| KATA PENGANTAR .....              | vi      |
| DAFTAR ISI.....                   | vii     |
| DAFTAR GAMBAR .....               | x       |
| DAFTAR TABEL .....                | xi      |
| PENDAHULUAN .....                 | 1       |
| Latar Belakang .....              | 1       |
| Tujuan Penelitian .....           | 6       |
| Hipotesis Penelitian .....        | 6       |
| Kegunaan Penelitian .....         | 6       |
| TINJAUAN PUSTAKA .....            | 8       |
| Beras Pecah Kulit.....            | 8       |
| Tepung Beras .....                | 10      |
| Varietas Beras .....              | 13      |
| Heat Moisture Treatment .....     | 15      |
| METODE PENELITIAN.....            | 19      |
| Tempat dan Waktu Penelitian ..... | 19      |
| Bahan dan Alat.....               | 19      |
| Metode Penelitian .....           | 19      |
| Model Rancangan Penelitian .....  | 20      |
| Metode Analisa Data .....         | 21      |
| Pelaksanaan Penelitian .....      | 21      |
| Parameter Penelitian .....        | 22      |
| HASIL DAN PEMBAHASAN.....         | 28      |
| Kadar Air .....                   | 31      |
| Kadar Abu.....                    | 34      |
| Amilosa .....                     | 36      |
| Protein.....                      | 38      |
| Warna L* .....                    | 39      |

|                           |    |
|---------------------------|----|
| Warna a* .....            | 40 |
| Warna b* .....            | 41 |
| KESIMPULAN DAN SARAN..... | 44 |
| Kesimpulan .....          | 44 |
| Saran .....               | 45 |
| DAFTAR PUSTAKA .....      | 46 |
| LAMPIRAN.....             | 49 |

## DAFTAR GAMBAR

| Nomor                                        | Halaman |
|----------------------------------------------|---------|
| 1. Beras Pecah Kulit.....                    | 9       |
| 2. Diagram Alir Proses.....                  | 27      |
| 3. Waktu HMT Kadar Air .....                 | 33      |
| 4. Waktu HMT Pada Kadar Abu.....             | 35      |
| 5. Pengaruh Waktu HMT Terhadap Amilosa ..... | 37      |
| 6. Warna $b^*$ Pada Waktu Pengeringan.....   | 42      |

## DAFTAR TABEL

| Nomor | Judul                                                                         | Halaman |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1.    | Syarat Mutu Khusus SNI 6128:2020 .....                                        | 12      |
| 2.    | Pengaruh Jenis Varietas Terhadap Parameter yang Diamati .....                 | 28      |
| 3.    | Pengaruh HMT Terhadap Parameter yang Diamati.....                             | 30      |
| 4.    | Hasil Uji Beda Rata-rata Pengaruh Waktu HMT<br>Terhadap Kadar Air .....       | 32      |
| 5.    | Hasil Uji Beda Rata-rata Pengaruh Jenis Waktu HMT<br>Terhadap Kadar Abu ..... | 35      |
| 6.    | Hasil Uji Beda Rata-rata Pengaruh Waktu HMT<br>Terhadap Kadar Amilosa.....    | 37      |
| 7.    | Hasil Uji Beda Rata-rata Pengaruh Waktu HMT<br>Terhadap Warna b* .....        | 41      |

# PENDAHULUAN

## Latar Belakang

Beras (*Oryza sativa* L.) merupakan salah satu komoditas pangan utama yang memiliki peranan penting dalam memenuhi kebutuhan pangan masyarakat Indonesia. Tingginya konsumsi beras menyebabkan komoditas ini menjadi salah satu bahan pangan strategis yang perlu terus dikembangkan, tidak hanya sebagai bahan pangan pokok tetapi juga sebagai bahan baku berbagai produk olahan pangan. Berdasarkan laporan Badan Pusat Statistik, produksi padi Indonesia pada tahun 2024 masih menunjukkan angka yang tinggi dengan produksi beras yang cukup untuk memenuhi kebutuhan konsumsi masyarakat, sehingga pengembangan produk turunan berbasis beras menjadi salah satu upaya dalam meningkatkan nilai tambah komoditas tersebut (Badan Pusat Statistik, 2025).

Salah satu produk olahan beras yang banyak dikembangkan adalah tepung beras. Tepung beras memiliki berbagai keunggulan, yaitu mudah diaplikasikan dalam industri pangan, memiliki rasa yang relatif netral, serta tidak mengandung gluten sehingga sesuai digunakan sebagai bahan baku produk pangan bebas gluten. Tepung beras banyak dimanfaatkan dalam pembuatan berbagai produk seperti mi, makanan bayi, biskuit, kue tradisional, dan produk pangan lainnya. Pengembangan tepung beras dengan karakteristik fisikokimia yang baik menjadi penting karena sifat tersebut akan menentukan kualitas produk akhir yang dihasilkan (Indriyani, 2025).

Selain menggunakan beras putih, pengembangan tepung berbasis beras pecah kulit (*brown rice*) mulai mendapat perhatian karena memiliki kandungan gizi yang lebih tinggi. Beras pecah kulit merupakan beras yang hanya mengalami proses penghilangan sekam sehingga lapisan bekatul dan lembaga masih terdapat pada bagian biji. Lapisan tersebut mengandung serat pangan, vitamin, mineral, senyawa fenolik, serta komponen bioaktif seperti  $\gamma$ -oryzanol yang memiliki aktivitas antioksidan dan berpotensi memberikan manfaat kesehatan (Susianti, 2022).

Meskipun memiliki kandungan gizi yang lebih baik, penggunaan beras pecah kulit sebagai bahan baku tepung masih memiliki beberapa keterbatasan. Keberadaan lapisan bekatul menyebabkan warna tepung menjadi lebih gelap serta dapat memengaruhi sifat fisik dan fungsional tepung, seperti kelarutan, kemampuan menyerap air, serta karakteristik tekstur. Selain itu, kandungan protein, lipid, dan serat yang lebih tinggi dibandingkan beras sosoh dapat memengaruhi interaksi antar komponen selama proses pengolahan sehingga menghasilkan karakteristik tepung yang berbeda (Mir *et al.*, 2022).

Karakteristik fisikokimia tepung beras sangat dipengaruhi oleh komposisi pati yang terdapat di dalamnya. Pati merupakan komponen utama penyusun beras yang terdiri atas amilosa dan amilopektin. Perbedaan proporsi kedua komponen tersebut dapat memengaruhi sifat gelatinisasi, viskositas, daya serap air, kelarutan, serta tekstur produk berbasis tepung beras. Selain komposisi pati, faktor varietas juga memiliki pengaruh besar karena setiap varietas beras memiliki perbedaan

struktur granula pati, kadar amilosa, kadar protein, dan komponen penyusun lainnya (Zhang et al., 2025).

Perbedaan varietas menyebabkan tepung beras memiliki karakteristik yang berbeda meskipun mengalami perlakuan pengolahan yang sama. Varietas dengan kandungan amilosa tinggi cenderung menghasilkan struktur gel yang lebih kuat dan tekstur yang lebih keras, sedangkan varietas dengan kandungan amilopektin tinggi menghasilkan tekstur yang lebih lunak dan lengket. Oleh karena itu, penggunaan beberapa varietas beras pecah kulit dalam penelitian diperlukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap karakteristik fisikokimia tepung yang dihasilkan (He et al., 2022).

Salah satu metode modifikasi yang saat ini banyak dikembangkan adalah *Heat Moisture Treatment* (HMT). Metode ini merupakan modifikasi fisik pati yang dilakukan melalui pemanasan pada suhu tinggi dengan kadar air terbatas, umumnya berkisar antara 10–35%. Berbeda dengan modifikasi kimia, HMT tidak menggunakan bahan tambahan sehingga lebih aman, ramah lingkungan, serta mudah diterapkan dalam industri pangan. Perlakuan ini mampu mengubah struktur internal granula pati melalui penyusunan kembali ikatan hidrogen antarmolekul tanpa merusak bentuk dasar granula. Perubahan tersebut menyebabkan karakteristik pati menjadi lebih stabil terhadap proses pemanasan maupun pengolahan lebih lanjut (Zhang et al., 2023).

Perlakuan *Heat Moisture Treatment* diketahui dapat memperbaiki berbagai sifat fisikokimia tepung beras. Selama proses HMT terjadi perubahan susunan molekul amilosa dan amilopektin sehingga meningkatkan suhu gelatinisasi,

memperbaiki stabilitas termal, menurunkan pengembangan granula pati, serta meningkatkan ketahanan terhadap proses pengadukan dan pemanasan. Selain itu, perlakuan ini juga dapat meningkatkan pembentukan pati resisten yang bermanfaat bagi kesehatan karena memiliki respons glikemik yang lebih rendah dibandingkan pati yang mudah dicerna. Oleh sebab itu, HMT menjadi salah satu teknologi yang banyak digunakan dalam pengembangan bahan pangan fungsional (Xiang *et al.*, 2023).

Keberhasilan *Heat Moisture Treatment* tidak hanya dipengaruhi oleh suhu, kadar air, dan lama perlakuan, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh karakteristik bahan baku yang digunakan. Perbedaan kandungan amilosa, amilopektin, protein, lemak, dan serat pada setiap varietas beras menyebabkan respons terhadap perlakuan HMT menjadi berbeda. Varietas dengan kadar amilosa tinggi umumnya mengalami perubahan struktur pati yang berbeda dibandingkan varietas berkadar amilosa rendah, sehingga menghasilkan karakteristik fisikokimia tepung yang juga berbeda. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemilihan varietas merupakan faktor penting dalam menentukan keberhasilan proses modifikasi menggunakan *Heat Moisture Treatment* (Seo *et al.*, 2023).

Beras pecah kulit memiliki potensi yang besar sebagai bahan baku tepung termodifikasi karena masih mengandung lapisan bekatul dan lembaga yang kaya akan serat pangan, vitamin, mineral, lipid, serta senyawa bioaktif. Kandungan tersebut memberikan nilai gizi yang lebih tinggi dibandingkan beras sosoh, namun di sisi lain juga dapat memengaruhi karakteristik pati selama proses modifikasi. Adanya komponen non-pati seperti protein dan lemak memungkinkan terjadinya

interaksi yang lebih kompleks selama perlakuan *Heat Moisture Treatment* sehingga menghasilkan sifat fisikokimia tepung yang berbeda pada setiap varietas beras pecah kulit (Norsuwan dan Thongngam, 2024).

Berbagai penelitian mengenai *Heat Moisture Treatment* telah menunjukkan bahwa teknologi ini efektif dalam meningkatkan kualitas tepung berbasis pati. Akan tetapi, sebagian besar penelitian masih berfokus pada pati murni atau tepung dari satu varietas beras, sedangkan penelitian yang mengombinasikan beberapa varietas beras pecah kulit dengan perlakuan *Heat Moisture Treatment* masih relatif terbatas. Padahal, setiap varietas memiliki karakteristik yang berbeda sehingga kemungkinan memberikan respons yang berbeda pula terhadap proses modifikasi. Informasi tersebut penting sebagai dasar dalam menentukan varietas yang paling sesuai untuk menghasilkan tepung beras termodifikasi dengan karakteristik yang diinginkan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian mengenai pengaruh varietas beras pecah kulit dan *Heat Moisture Treatment* terhadap sifat fisikokimia tepung beras perlu dilakukan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh interaksi antara varietas beras pecah kulit dan perlakuan *Heat Moisture Treatment* terhadap perubahan sifat fisikokimia tepung, sehingga dapat menjadi dasar dalam pengembangan tepung beras termodifikasi yang memiliki kualitas lebih baik dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku berbagai produk pangan fungsional maupun pangan bebas gluten.

### Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh waktu heat moisture treatment terhadap sifat fisiokimia tepung beras yang dihasilkan dari beras pecah kulit.
2. Menganalisis perbedaan sifat fisiokimia tepung beras berdasarkan varietas beras pecah kulit.
3. Mengetahui adanya interaksi antara waktu waktu heat moisture treatment dan varietas beras pecah kulit terhadap sifat fisiokimia tepung beras.

### Hipotesis Penelitian

1. Terdapat pengaruh pada Varietas beras pecah kulit terhadap sifat fisiokimia tepung beras
2. Terdapat pengaruh pada Waktu heat moisture treatment terhadap sifat fisiokimia tepung beras yang dihasilkan dari beras pecah kulit
3. Terdapat interaksi antara waktu waktu heat moisture treatment dan varietas beras pecah kulit terhadap sifat fisiokimia tepung beras.

### Kegunaan Penelitian

1. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Studi Stara Satu (S1) pada program studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Suatera Utara.
2. Memberikan informasi ilmiah mengenai pengaruh waktu annealing dan varietas beras pecah kulit terhadap sifat fisiokimia tepung beras, sehingga dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya di bidang teknologi pangan.

3. Memberikan informasi mengenai perlakuan heat moisture treatment yang tepat dan pemilihan varietas beras yang sesuai untuk menghasilkan tepung beras dengan karakteristik fisiokimia yang diinginkan, sehingga dapat meningkatkan kualitas produk olahan berbasis tepung beras.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Beras Pecah Kulit

Beras pecah kulit merupakan beras yang diperoleh dari gabah melalui proses pengupasan sekam, sedangkan lapisan bekatul dan lembaga masih dipertahankan. Berbeda dengan beras sosoh yang telah mengalami penghilangan sebagian besar lapisan bekatul, beras pecah kulit masih mempertahankan komponen yang terdapat pada lapisan luar biji. Keberadaan lapisan tersebut menyebabkan beras pecah kulit mempunyai karakteristik fisik dan kimia yang berbeda dibandingkan beras sosoh. Menurut Suarti *et al.* (2025), beras pecah kulit pada varietas Ciherang, Mekongga, dan INPARI 32 menunjukkan perbedaan warna, kadar protein, kadar lemak, dan aktivitas antioksidan antarvarietas.

Beras pecah kulit atau *brown rice* ini beras hasil gilingan pertama yang hanya membuang kulit sekam luar tanpa melalui proses penyosohan, lapisan kulit ari (aleurone) dan lembaga didalamnya tetap utuh, membuat warnanya kecoklatan, teksturnya agak kasar dan kandungan gizinya jauh lebih tinggi dari pada beras putih biasa.

Kandungan utama beras pecah kulit adalah karbohidrat, terutama pati, yang terdapat dalam bagian endosperma. Meskipun demikian, beras pecah kulit juga mengandung protein, lemak, abu, serat pangan, vitamin, mineral, dan senyawa antioksidan. Kandungan tersebut dapat berbeda-beda tergantung varietas, kondisi budidaya, tingkat kematangan, proses pengeringan, serta tingkat penyosohan. Suarti *et al.* (2024) menyatakan bahwa beras pecah kulit dari varietas

Ciherang, Mekongga, dan INPARI 32 memiliki perbedaan karakteristik fisikokimia, termasuk kandungan zat gizi dan aktivitas antioksidan



Gambar 1. Beras Pecah Kulit

Gambar ini menunjukkan beras pecah kulit dengan penggilingan pertama yang memiliki warna lebih coklat dibandingkan dengan beras sosoh.

Beras pecah kulit juga mempunyai karakteristik pemasakan yang berbeda dengan beras putih. Lapisan luar yang masih terdapat pada beras dapat memengaruhi kemampuan penyerapan air dan tekstur setelah dimasak. Keberadaan lapisan tersebut menjadi salah satu penyebab beras pecah kulit mempunyai tekstur yang relatif lebih keras. Kondisi tersebut menjadi salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam pemanfaatan beras pecah kulit sebagai bahan pangan.

Selain dikonsumsi dalam bentuk nasi, beras pecah kulit dapat diolah menjadi produk pangan lain. Melakukan pemanfaatan beras pecah kulit menjadi kerupuk menggunakan tepung pregelatinisasi beras pecah kulit. Penelitian

tersebut menunjukkan bahwa beras pecah kulit dapat dikembangkan menjadi bahan baku produk pangan dengan proses pengolahan yang sesuai (Apriyanti *et al*, 2024).

Dengan demikian, beras pecah kulit mempunyai potensi sebagai bahan pangan karena masih mempertahankan lapisan bekatul dan lembaga yang mengandung berbagai komponen gizi. Namun, karakteristik tekstur dan sifat pengolahannya menyebabkan diperlukan perlakuan lebih lanjut untuk meningkatkan pemanfaatannya. Salah satu bentuk pengolahan yang dapat dilakukan adalah mengubah beras pecah kulit menjadi tepung.

### **Tepung beras**

Tepung beras pecah kulit merupakan produk yang diperoleh melalui proses penggilingan beras pecah kulit hingga mencapai ukuran partikel tertentu. Pengolahan dalam bentuk tepung dapat meningkatkan pemanfaatan beras pecah kulit karena tepung dapat digunakan sebagai bahan baku berbagai produk pangan. Tepung beras pecah kulit dapat digunakan dalam pembuatan makanan ringan, kerupuk, produk bakery, mie, dan berbagai produk pangan lainnya.

Tepung yang berasal dari beras pecah kulit mempunyai karakteristik yang berbeda dengan tepung beras putih. Hal tersebut disebabkan lapisan bekatul dan lembaga masih terdapat pada bahan baku. Suarti dan Wannawa (2024) menjelaskan bahwa beras pecah kulit masih mengandung bekatul sehingga mempunyai kandungan gizi dan beberapa senyawa bioaktif. Namun, karakteristik organoleptik beras pecah kulit terutama tekstur dan aroma cenderung kurang disukai sehingga diperlukan pengolahan untuk memperbaiki karakteristiknya.

Salah satu perlakuan yang dapat digunakan untuk memperbaiki karakteristik tepung beras pecah kulit adalah pregelatinisasi. Suarti dan Wannawa (2024) menggunakan beras pecah kulit varietas Ciherang untuk menghasilkan tepung pregelatinisasi. Penelitian tersebut menggunakan variasi suhu 75, 85, dan 95°C serta lama proses 7,5; 10; dan 12,5 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu dan lama pregelatinisasi berpengaruh terhadap karakteristik fisik dan kimia tepung beras pecah kulit.

Selain perlakuan pregelatinisasi, proses perkecambahan juga dapat mengubah karakteristik tepung beras pecah kulit. Munarko *et al.* (2021) meneliti pengaruh waktu perendaman terhadap profil gelatinisasi dan komponen bioaktif tepung beras pecah kulit berkecambah. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa waktu perendaman berpengaruh terhadap profil gelatinisasi serta komponen bioaktif tepung beras pecah kulit berkecambah.

Karakteristik tepung beras juga dipengaruhi oleh proses penggilingan. Ukuran partikel dan kondisi penggilingan dapat memengaruhi sifat tepung yang dihasilkan. Tepung dengan ukuran partikel berbeda dapat menunjukkan perbedaan pada kemampuan menyerap air, kelarutan, sifat pengembangan dan karakteristik gelatinisasi. Oleh karena itu, proses pembuatan tepung perlu dikendalikan agar diperoleh karakteristik tepung yang sesuai dengan tujuan penggunaannya.

Tabel 1 Syarat mutu tepung beras berdasarkan SN13549:2009

| Keterangan                      | Satuan | Persyaratan         |
|---------------------------------|--------|---------------------|
| Kadar (Bau, Warna)              | -      | Normal / khas       |
| Kadar Air                       | %(b/b) | Minimal 12,0        |
| Kadar Abu                       | %(b/b) | Minimal 1,0         |
| Kadar Protein                   | %(b/b) | Minimal 7,0         |
| Kadar Karbohidrat               | %(b/b) | Minimal 80,0        |
| Serat Kasar                     | %(b/b) | Minimal 0,5         |
| Derajat Putih                   | %      | Minimal 85          |
| Kehalusan (lulus ayakan 80mesh) | %(b/b) | Minimal 100         |
| Cemaran Logam                   | -      | Sesuai Standart SNI |
| Cemaran Mikroba                 | -      | Sesuai standart SNI |

Tepung beras pecah kulit juga dapat digunakan untuk meningkatkan nilai tambah beras pecah kulit. Apriyanti *et al.* (2024) menunjukkan bahwa tepung pregelatinisasi beras pecah kulit dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan kerupuk. Pemanfaatan tersebut menunjukkan bahwa pengolahan menjadi tepung dapat memperluas penggunaan beras pecah kulit dalam produk pangan.

Karakteristik tepung beras pecah kulit dapat diperbaiki melalui modifikasi fisik. Salah satu metode modifikasi fisik yang banyak digunakan adalah *Heat Moisture Treatment* (HMT). Metode tersebut dilakukan dengan memberikan perlakuan panas pada bahan dengan kadar air terbatas sehingga terjadi perubahan struktur pati dan sifat fungsional tepung.

## Varietas Beras

Varietas beras sangat berpengaruh dalam penggunaan tepung beras maka dari itu harus memperhatikan jenis varietas yang akan digunakan salah satunya pada jenis varietas beras pecah kulit yang banyak digunakan untuk varietas adalah ir 64, inpari 32, ciherang dan sianturi.

Beras varietas IR64 merupakan salah satu varietas beras yang berasal dari tanaman padi (*Oryza sativa L.*) dan telah lama dibudidayakan di Indonesia. Varietas IR64 dikenal sebagai varietas unggul yang memiliki umur relatif genjah, tanaman relatif pendek, serta mempunyai mutu beras dan cita rasa nasi yang baik. Varietas IR64 juga masih digunakan dalam berbagai penelitian pertanian di Indonesia karena memiliki karakter agronomis yang menarik untuk dikaji (Mawardani dan Novalina, 2025).

Beras IR64 memiliki karakteristik yang berkaitan dengan sifat genetik tanaman padi yang menghasilkannya. Varietas ini dikenal memiliki kualitas beras dan nasi yang baik sehingga menjadi salah satu varietas yang banyak digunakan dalam budidaya padi sawah. Selain kualitas beras, IR64 juga memiliki potensi produksi yang cukup baik apabila didukung oleh sistem budidaya yang sesuai (Lestari dan Anggia, 2021).

Beras varietas Inpari 32 merupakan salah satu varietas padi unggul yang banyak dibudidayakan di Indonesia dan memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pengolahan produk pangan berbasis tepung. Karakteristik bahan baku beras, terutama sifat fisik dan kimia serta kandungan pati, merupakan faktor penting yang dapat memengaruhi karakteristik tepung

yang dihasilkan. Inpari 32 memiliki produktivitas yang cukup baik dan masih banyak digunakan dalam penelitian maupun pengembangan produk berbasis beras (Asis *et al.*, 2021; Karlinah *et al.*, 2023).

Dalam pengolahan beras menjadi tepung, varietas beras dapat memengaruhi sifat tepung yang dihasilkan. Karakteristik seperti kadar air, kadar pati, ukuran partikel, serta sifat fisikokimia beras akan berpengaruh terhadap proses penggilingan dan mutu tepung. Oleh karena itu, pemilihan varietas beras sebagai bahan baku merupakan salah satu faktor penting dalam menghasilkan tepung beras dengan karakteristik yang sesuai untuk pengolahan pangan.

Dari sisi karakteristik beras pecah kulit, Suarti *et al.* (2025) menunjukkan bahwa INPARI 32 mempunyai tingkat kecerahan beras pecah kulit lebih tinggi dibandingkan Ciherang dan Mekongga. Nilai *L* beras pecah kulit INPARI 32 adalah 59,48, sedangkan Ciherang 58,58. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa varietas dapat memberikan pengaruh terhadap karakteristik fisik beras pecah kulit.

Beras varietas Ciherang merupakan salah satu varietas padi unggul yang banyak digunakan dalam budidaya padi di Indonesia. Varietas Ciherang memiliki karakteristik tanaman yang relatif adaptif dan telah lama digunakan oleh petani. Penggunaan varietas Ciherang masih dijumpai dalam sistem produksi padi dan menjadi salah satu varietas yang dibandingkan dengan varietas unggul lainnya dalam penelitian pertanian (Wulandono & Rachmawati, 2022).

Dalam kaitannya dengan beras pecah kulit, Suarti *et al.* (2025) menemukan bahwa beras pecah kulit varietas Ciherang memiliki kandungan

protein dan lemak yang relatif tinggi dibandingkan varietas yang diteliti. Hasil ini menunjukkan bahwa perbedaan varietas tidak hanya berpengaruh terhadap karakteristik tanaman, tetapi juga dapat berpengaruh terhadap komposisi kimia beras yang dihasilkan.

Sianturi memiliki karakteristik yang berbeda dari varietas padi nonaromatik sehingga dapat memberikan karakteristik bahan baku yang berbeda pula ketika diolah menjadi tepung. Dalam pengembangan produk tepung beras, beberapa karakteristik seperti kadar air, kadar pati, kadar amilosa, ukuran partikel, warna, rendemen, serta sifat fungsional perlu diperhatikan karena dapat menentukan mutu tepung yang dihasilkan.

Varietas local sianturi ini salah satu varietas padi yang memiliki karakteristik khas, baik dari segi rasa maupun kandungan gizinya. Kandungan protein pada varietas local umumnya bervariasi tergantung kondisi lingkungan dan teknik budidaya, namun dapat mencapai kisaran 7-9%. Selain itu, varietas lokal seperti sianturi sering memiliki kandungan senyawa bioaktif dan cita rasa yang lebih unggul dibandingkan varietas modern. Perbedaan ini dapat mempengaruhi kualitas tepung beras yang dihasilkan, terutama dalam hal aroma, tekstur, dan sifat fungsional (fitzgerald *et al.*, 2020).

### **Heat Moisture Treatment**

*Heat Moisture Treatment* (HMT) merupakan salah satu metode modifikasi fisik yang digunakan untuk mengubah sifat pati atau tepung. Prinsip HMT adalah memberikan perlakuan panas pada bahan dengan kadar air terbatas sehingga terjadi perubahan pada struktur pati tanpa menyebabkan gelatinisasi secara

sempurna. Metode ini dapat digunakan untuk memperbaiki sifat fisikokimia dan fungsional tepung.

Syafutri *et al.* (2021) menjelaskan bahwa HMT merupakan metode modifikasi fisik yang dipengaruhi oleh tiga faktor utama, yaitu suhu, kadar air dan lama proses. Penelitian tersebut menggunakan tepung beras merah dengan variasi suhu 100, 110 dan 120°C serta kadar air 20, 25 dan 30%. Parameter yang diamati meliputi warna, *swelling power*, kelarutan, kristalinitas, morfologi granula, kadar air dan kadar amilosa.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa suhu dan waktu pemanasan merupakan faktor penting dalam menentukan karakteristik tepung beras setelah HMT. Kondisi pemanasan yang berbeda dapat menghasilkan perubahan pada viskositas, *swelling power*, kelarutan dan komponen kimia tepung.

Pada proses HMT, tepung terlebih dahulu dikondisikan pada kadar air tertentu kemudian dipanaskan pada suhu yang telah ditentukan selama waktu tertentu. Kadar air yang digunakan relatif terbatas sehingga granula pati tidak mengalami gelatinisasi sempurna. Perlakuan panas dan kadar air tersebut menyebabkan perubahan pada susunan molekul pati sehingga sifat fungsional tepung berubah.

Perlakuan HMT dapat menyebabkan perubahan warna, *swelling power*, kelarutan dan morfologi granula tepung. Syafutri *et al.* (2021) menunjukkan bahwa peningkatan suhu HMT berpengaruh terhadap sifat fisik tepung beras merah. Peningkatan suhu menyebabkan peningkatan kelarutan, sedangkan

peningkatan kadar air menyebabkan perubahan nilai warna tepung. HMT juga dapat menyebabkan perubahan pada komponen kimia tepung, khususnya kadar air dan amilosa.

Perubahan kadar amilosa akibat HMT berkaitan dengan perubahan susunan molekul pati selama perlakuan panas. Kondisi tersebut dapat memengaruhi kemampuan pati dalam menyerap air, mengembang dan membentuk pasta. Oleh karena itu, kadar amilosa menjadi salah satu parameter penting yang perlu dianalisis dalam penelitian tepung beras yang dimodifikasi HMT.

Faktor utama yang memengaruhi hasil HMT adalah suhu, kadar air dan lama pemanasan. Ketiga faktor tersebut saling berhubungan dalam menentukan perubahan struktur dan sifat fungsional tepung. Suhu yang semakin tinggi dapat meningkatkan energi yang diterima oleh granula pati, sedangkan kadar air menentukan tingkat mobilitas molekul selama pemanasan. Lama pemanasan menentukan sejauh mana perubahan struktur berlangsung.

Syafutri *et al.* (2021) menunjukkan bahwa perubahan suhu dan kadar air menghasilkan perubahan yang nyata terhadap beberapa karakteristik fisikokimia tepung beras merah. Sementara itu, Taleo *et al.* (2025) menunjukkan bahwa kombinasi suhu dan lama pemanasan dapat digunakan untuk menentukan perlakuan HMT terbaik berdasarkan parameter fisik, kimia dan aktivitas antioksidan.

Berdasarkan uraian tersebut, metode HMT berpotensi digunakan untuk memodifikasi tepung beras pecah kulit karena dapat mengubah sifat fisikokimia dan fungsional tepung tanpa menggunakan bahan kimia. Pemilihan suhu, kadar air dan waktu pemanasan harus dilakukan secara tepat agar diperoleh karakteristik tepung yang sesuai dengan tujuan penelitian.

# **METODE PENELITIAN**

## **Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara pada bulan April 2026 sampai dengan selesai.

## **Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa varietas beras yang berbeda IR 64, Inpari 32, Inpari 60, Sianturi, aquadess, BSA. Larutan amilosa, iodium, NAOH, etanol, larutan asam asetat,

## **Alat Penelitian**

Adapun alat yang digunakan meliputi oven, ayakan mesh, blender/penepung, timbangan analitik, spektrofometer, tabung reaksi, rak tabung, spatula, corong, baker glass, gelas ukur dan kolorimeter.

## **Metode Penelitian**

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan dua factor yang diteliti:

Faktor 1 Varietas Padi (V)

V1= IR 64

V3= Ciherang

V2= Inpari 32

V4= Sianturi

Faktor 2 Waktu Head Moisture Treatment (W)

W1= 1 jam

W3= 3 jam

W2= 2 jam

W4= 4 jam

Banyaknya kombinasi perlakuan adalah  $4 \times 4 = 16$  maka jumlah n adalah :

$$T_c (n-1) \geq 15$$

$$16 (n-1) \geq 15$$

$$16n - 6 \geq 15$$

$$16n \geq 21$$

$$n \geq 1,31$$

Maka untuk ketelitian penelitian, dilakukan ulangan sebanyak 2(dua) kali sehingga diperlukan 32 unit percobaan.

### **Model Rancangan Penelitian**

Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) factorial dengan model:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dimana :

$Y_{ijk}$  : Nilai pengamatan pada faktor V ke-i, faktor W Ke-P, ulangan ke-k.

$\mu$  : Efek nilai tengah.

$\alpha_i$  : Pengaruh faktor V pada level ke-i.

$\beta_j$  : Pengaruh faktor W pada level ke-j.

$(\alpha\beta)_{ij}$  : Interaksi antara faktor V dan W.

### **Metode Analisis Data**

Pengolahan data dilakukan menggunakan Microsoft Excel dengan metode Analisis Varians (ANOVA) untuk membandingkan nilai rata – rata antara dua atau lebih kelompok perlakuan. Apabila hasil ANOVA menunjukkan adanya pengaruh yang nyata ( $p < 0,05$ ), maka analisis dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf kepercayaan 95% ( $\alpha = 0,05$ ) untuk mengetahui perbedaan nyata antar perlakuan.

### **Pelaksanaan Penelitian**

Pelaksanaan penelitian dapat diuraikan secara garis besar sebagai berikut:

1. Persiapan pembuatan tepung beras.
  - a. Persiapan padi dari empat varietas (IR 64, Inpari 32, Ciherang, dan Sianturi) dibersihkan lalu di jemur hingga kering
  - b. Diperoleh beras pecah kulit
  - c. Beras di halus menggunakan blender
  - d. Ayak tepung beras menggunakan mesh 80
2. Persiapan proses HMT
  - a. Persiapan tepung beras pecah kulit dengan empat varietas (Ir 64, Inpari 32, Ciherang dan Sianturi)
  - b. Timbang tepung beras pecah kulit masing-masing varietas
  - c. Tepung beras ditambahkan air dengan perbandingan 3:1
  - d. Lakukan pengadukan pada sampel serta letakan sampel di alumunium foil tutup dengan rapat

- e. Lakukan pemansan menggunakan oven dengan suhu 80<sup>0</sup>C
- f. Perlakuan dilakukan sesuai variasi waktu HMT
- g. Setelah perlakuan, sampel dikeringakan kemudian lakukan pengilingan kembali menggunakan alu dan mortal
- h. Simpan sampel untuk digunakan pada analisa lanjutan.

### **Parameter Penelitian**

Pengamatan dan analisa parameter pada penelitian ini meliputi kadar air, kadar abu, protein, amilosa, dan warna.

### **Kadar Air**

Pada uji kadar air dilakukan menggunakan metode gravimetric menurut Badan Standardisasi Nasional (BSN). 1992. SNI 01-2891-1992. Sebanyak 2 gram sampel tepung beras ditimbang dan dimasukkan ke dalam cawan yang telah diketahui beratnya. Selanjutnya, sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam atau hingga mencapai berat konstan. Setelah proses pengeringan selesai, cawan yang berisi sampel didinginkan di dalam desikator selama 15 menit, kemudian ditimbang kembali. Proses pemanasan dan penimbangan diulangi apabila selisih berat masih melebihi batas yang ditentukan hingga diperoleh berat yang konstan.

Kadar air dihitung berdasarkan selisih berat sampel sebelum dan sesudah pengeringan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Kadar\ Air\ (\%) = \frac{W1 - W2}{W1 - W0} \times 100$$

Keterangan:

- $W_0$  = berat cawan kosong (g)
- $W_1$  = berat sampel sebelum pengeringan (g)
- $W_2$  = berat sampel setelah pengeringan (g)

Hasil pengujian dinyatakan dalam persen (% berat basah/basis basah).

### **Kadar Abu**

Penentuan kadar abu tepung beras ditentukan dengan metode pengabuan menggunakan tanur (*muffle furnace*) pada suhu 550°C hingga diperoleh abu berwarna putih atau keabu-abuan. Kadar abu dihitung berdasarkan perbandingan bobot abu yang diperoleh terhadap bobot sampel awal dan dinyatakan dalam persen (%).

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{\text{Berat Cawan} + \text{Abu} - \text{Berat Cawan Kosong}}{\text{Berat Sampel}} \times 100\%$$

### **Protein**

Analisis kadar protein dilakukan untuk menentukan persentase protein yang terkandung dalam sampel beras. Pengujian ini menggunakan metode Biuret dengan bovine serum albumin (BSA) sebagai protein standar. Tahap pertama adalah menyiapkan larutan standar BSA pada beberapa konsentrasi yang diperlukan untuk menyusun kurva standar. Sampel beras dan larutan standar selanjutnya disiapkan sesuai dengan prosedur analisis, kemudian masing-masing ditambahkan reagen Biuret dan dihomogenkan. Campuran dibiarkan selama waktu reaksi yang ditentukan hingga terbentuk warna. Setelah itu, absorbansi

larutan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis berdasarkan kondisi pengujian yang digunakan. Konsentrasi protein dalam sampel ditentukan dengan mengacu pada kurva standar BSA, kemudian dihitung dan dinyatakan dalam persen (%). Sebagai pembanding, Febriandi et al. (2017)

### **Amilosa**

Penentuan kadar amilosa tepung beras dilakukan dengan metode kolorimetri menggunakan larutan iodin. Metode ini didasarkan pada pembentukan kompleks antara amilosa dan iodin yang menghasilkan warna biru, kemudian intensitas warna yang terbentuk diukur menggunakan spektrofotometer.

Sebanyak 100 mg sampel tepung beras ditimbang secara teliti, kemudian dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL. Selanjutnya ditambahkan 1 mL etanol 95% dan 9 mL larutan natrium hidroksida (NaOH) 1 N. Campuran dipanaskan dalam penangas air mendidih selama  $\pm 10$  menit hingga pati larut sempurna. Setelah larutan dingin, volumenya ditepatkan hingga 100 mL dengan akuades dan dihomogenkan.

Sebanyak 5 mL larutan sampel dipipet ke dalam labu takar 100 mL, kemudian ditambahkan 1 mL asam asetat 1 N dan 2 mL larutan iodin. Selanjutnya volume larutan ditepatkan hingga 100 mL menggunakan akuades, dihomogenkan, kemudian didiamkan selama 20 menit agar warna terbentuk secara sempurna.

Absorbansi larutan diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 620 nm. Nilai absorbansi yang diperoleh selanjutnya dibandingkan

dengan kurva standar amilosa yang dibuat menggunakan amilosa murni, sehingga diperoleh kadar amilosa dalam sampel.

Kadar amilosa dihitung berdasarkan persamaan regresi dari kurva standar, kemudian dinyatakan dalam persen (%). Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali ulangan untuk setiap perlakuan, kemudian hasil yang diperoleh dirata-ratakan sebagai nilai kadar amilosa tepung beras.

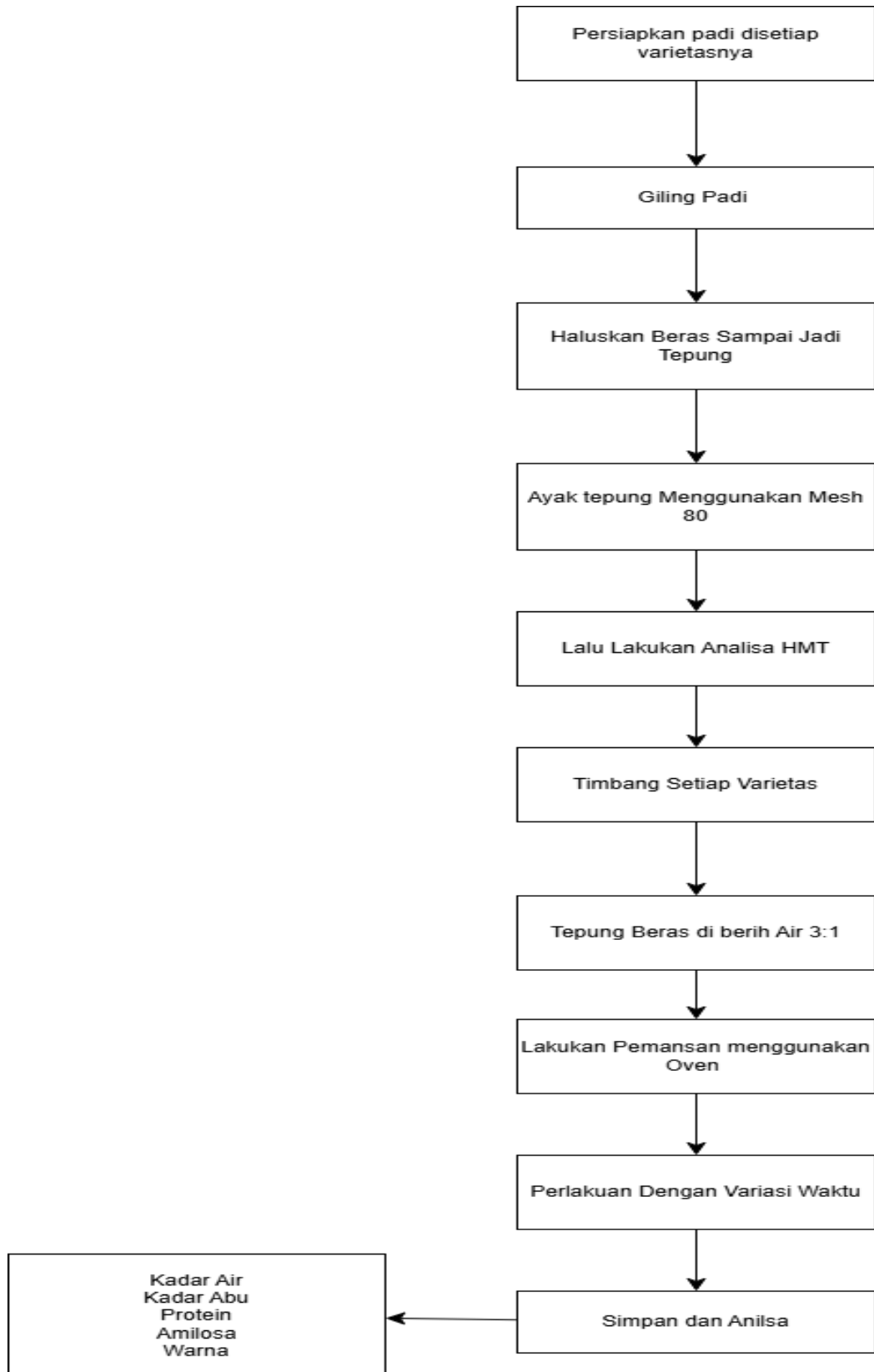
### **Uji Warna**

Uji warna dilakukan untuk mengetahui pengaruh waktu annealing dan varietas beras pecah kulit terhadap karakteristik warna tepung beras. Pengukuran warna dilakukan menggunakan alat Colorimeter yang menghasilkan nilai warna berdasarkan sistem CIE  $L^*a^*b^*$ .

Sebelum digunakan, alat dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan standar warna putih sesuai dengan petunjuk pengoperasian alat. Sampel tepung beras dimasukkan ke dalam wadah sampel hingga permukaannya rata dan menutupi seluruh bagian dasar wadah agar pembacaan warna berlangsung optimal. Selanjutnya, sensor colorimeter ditempatkan pada permukaan sampel dan dilakukan pengukuran sebanyak tiga kali pada titik yang berbeda. Hasil pengukuran dirata-ratakan untuk memperoleh nilai warna setiap sampel.

Parameter warna yang diamati meliputi nilai  $L^*$ ,  $a^*$ , dan  $b^*$ . Nilai  $L^*$  menunjukkan tingkat kecerahan dengan kisaran 0 (hitam) sampai 100 (putih). Nilai  $a^*$  menunjukkan intensitas warna hijau (–) hingga merah (+), sedangkan nilai  $b^*$  menunjukkan intensitas warna biru (–) hingga kuning (+).

Data hasil pengukuran kemudian dianalisis untuk mengetahui perubahan warna tepung beras akibat perlakuan waktu annealing pada masing-masing varietas beras pecah kulit. Perbedaan nilai  $L^*$ ,  $a^*$ , dan  $b^*$  digunakan sebagai dasar untuk mengevaluasi perubahan karakteristik warna tepung yang terjadi selama proses perlakuan.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji statistik pada hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis varietas dan waktu HMT memberikan pengaruh terhadap parameter yang diamati. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, jenis varietas dan waktu HMT memberikan respons yang berbeda pada setiap parameter penelitian. Dari rata-rata data hasil pengamatan pengaruh jenis varietas dan waktu HMT terhadap masing-masing parameter dapat dilihat pada tabel 2.

Table 2. Pengaruh Jenis Varietas Terhadap Parameter Yang di Amati

| Jenis Varietas | Kadar air<br>(%) | Kadar abu<br>(%) | Kadar<br>Amilosa<br>(%) | Ptotein<br>(%) | Warna |       |      |
|----------------|------------------|------------------|-------------------------|----------------|-------|-------|------|
|                |                  |                  |                         |                | L*    | a*    | b*   |
| V1= IR 64      | 9,37             | 8,53             | 15,13                   | 10,87          | 16,27 | 16,27 | 2,03 |
| V2= Inpari 31  | 9,66             | 8,48             | 15,13                   | 10,88          | 16,09 | 16,09 | 1,91 |
| V3= Inpari 62  | 9,80             | 8,67             | 15,13                   | 10,87          | 16,08 | 16,08 | 1,81 |
| V4= Sianturi   | 9,66             | 8,66             | 15,13                   | 10,87          | 16,02 | 16,02 | 1,95 |

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa jenis varietas memberikan hasil yang berbeda pada beberapa parameter yang diamati. Varietas V1 (IR 64) memiliki kadar air sebesar 9,37%, kadar abu 8,56%, kadar amilosa 15,13%, dan protein 10,88%. Varietas V2 (Inpari 31) memiliki kadar air 9,66%, kadar abu 8,50%, kadar amilosa 15,13%, dan protein 10,88%. V3 (Inpari 62) menunjukkan kadar air tertinggi yaitu 9,80%, kadar abu 8,68%, kadar amilosa 15,13%, dan protein 10,86%. Sementara itu, V4 (Sianturi) memiliki kadar air 9,66%, kadar abu 8,66%, kadar amilosa 15,13%, dan protein 10,86%.

Pada parameter warna, nilai yang diperoleh relatif berdekatan antarvarietas, sehingga menunjukkan bahwa perbedaan varietas tidak menyebabkan perubahan warna yang terlalu besar. Perbedaan warna dapat dipengaruhi oleh karakteristik genetik varietas serta kondisi bahan selama proses pengolahan.

Nilai kadar air berkisar antara 9,37–9,80%, dengan kadar air tertinggi pada V2 (Inpari 62). Perbedaan kadar air dapat disebabkan oleh karakteristik varietas dalam mempertahankan atau melepaskan air selama proses pengeringan. Kadar air yang relatif rendah menunjukkan bahan cukup kering sehingga lebih mendukung penyimpanan.

Pada kadar abu, nilai berkisar 8,50–8,68%, dengan nilai tertinggi pada V2 (Inpari 62). Kadar abu menggambarkan jumlah mineral yang terdapat dalam bahan. Perbedaan antarvarietas dapat dipengaruhi oleh faktor genetik dan kemampuan tanaman dalam menyerap mineral dari lingkungan tumbuh.

Sementara itu, kadar amilosa seluruh varietas menunjukkan nilai yang sama, yaitu 15,13%. Hal ini menunjukkan bahwa karakteristik amilosa pada bahan relatif seragam. Kandungan amilosa merupakan salah satu faktor yang memengaruhi sifat fisik dan karakteristik pengolahan produk berbasis beras.

Pada parameter protein, nilai berkisar antara 10,86–10,88%. V0 dan V1 memiliki nilai protein sedikit lebih tinggi dibandingkan V2 dan V3. Perbedaan tersebut dapat dipengaruhi oleh faktor genetik varietas serta kondisi pertumbuhan tanaman.

Secara keseluruhan, varietas V2 (Inpari 62) memiliki kadar air dan kadar abu tertinggi, sedangkan V0 (IR 64) memiliki kadar air terendah. Kandungan amilosa relatif sama pada seluruh varietas, sedangkan protein menunjukkan

perbedaan yang relatif kecil. Hal ini menunjukkan bahwa karakteristik setiap varietas dapat memengaruhi komposisi kimia dan sifat fisik bahan.

Tabel 3. Pengaruh Waktu HMT Terhadap Parameter Yang di Amati

| Waktu HMT     | Kadar air<br>(%) | Kadar abu<br>(%) | Kadar<br>Amilosa<br>(%) | Ptotein<br>(%) | Warna |       |      |
|---------------|------------------|------------------|-------------------------|----------------|-------|-------|------|
|               |                  |                  |                         |                | L*    | a*    | b*   |
| W1= IR 64     | 8,53             | 8,56             | 15,15                   | 10,82          | 66,77 | 24,43 | 9,01 |
| W2= Inpari 31 | 8,42             | 8,50             | 15,14                   | 10,88          | 65,16 | 24,68 | 7,07 |
| W3= Inpari 62 | 8,61             | 8,68             | 15,13                   | 10,86          | 62,93 | 23,81 | 7,67 |
| W4= Sianturi  | 8,80             | 8,66             | 15,12                   | 10,93          | 64,35 | 24,15 | 7,51 |

Berdasarkan Tabel 3, dapat dilihat bahwa waktu HMT memberikan perubahan terhadap karakteristik tepung beras pada setiap varietas. Nilai warna menunjukkan adanya perbedaan antarvarietas. W1 1jam memiliki nilai warna 66,77; 24,43; dan 9,01, sedangkan W2 2 jam sebesar 65,16; 24,68; dan 7,07. W3 3 jam memiliki nilai 62,93; 23,81; dan 7,67W 4 4 jam sebesar 64,35; 24,15; dan 7,51. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa karakteristik warna tepung dipengaruhi oleh varietas dan perlakuan HMT.

Nilai kadar air yang tercantum pada tabel berada pada kisaran 38,03–39,05%, dengan nilai tertinggi pada V3 (Sianturi) sebesar 39,05% dan terendah pada V2 (Inpari 62) sebesar 38,03%. Perbedaan kadar air dapat dipengaruhi oleh kemampuan masing-masing varietas dalam menyerap dan mempertahankan air selama proses HMT. Perlakuan HMT juga dapat menyebabkan perubahan interaksi antara pati dan air sehingga memengaruhi sifat hidrasi tepung.

Pada kadar abu, nilai relatif berdekatan, yaitu 8,50–8,68%. V2 (Inpari 62) memiliki kadar abu tertinggi sebesar 8,68%, sedangkan V1 (Inpari 31) terendah

sebesar 8,50%. Kadar abu menunjukkan kandungan mineral dalam bahan, sehingga perbedaan kecil antarvarietas dapat berkaitan dengan karakteristik genetik dan kandungan mineral bahan awal.

Nilai kadar amilosa pada perlakuan HMT berada pada kisaran 43,27–43,70%. V3 (Sianturi) menunjukkan nilai tertinggi sebesar 43,70%, sedangkan V1 (Inpari 31) terendah sebesar 43,27%. Peningkatan atau perubahan kadar amilosa setelah HMT dapat berkaitan dengan perubahan struktur granula pati akibat perlakuan panas dan kadar air. HMT dapat menyebabkan reorganisasi struktur pati sehingga sifat fungsional tepung menjadi berbeda dibandingkan tepung tanpa perlakuan.

Secara keseluruhan, Tabel 2 menunjukkan adanya variasi karakteristik antarvarietas setelah perlakuan HMT. V2 memiliki kadar air terendah dan kadar abu tertinggi, sedangkan V3 memiliki kadar air serta kadar amilosa tertinggi. Dengan demikian, perbedaan varietas dapat memengaruhi respons tepung terhadap perlakuan HMT.

### **Kadar Air**

#### **Pengaruh Jenis Varietas Pada Kadar Air**

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada Lampiran 1, diketahui bahwa jenis varietas padi memberikan pengaruh tidak nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap kadar air tepung beras. Hal ini diduga karena kadar air lebih dipengaruhi oleh kondisi pengeringan dan kemampuan bahan dalam mempertahankan air daripada perbedaan varietas, sehingga perbedaan kadar air yang dihasilkan tidak signifikan secara statistik.

### Pengaruh Waktu HMT pada Kadar Air

Terlihat pada (Lampiran 3) analisis sidik ragam dapat diketahui bahwa waktu HMT memberikan pengaruh berbeda nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap parameter kadar air. Dari tingkat perbedaan tersebut telah di uji menggunakan uji beda rata-rata, dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 4. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Waktu HMT Terhadap kadar air

| Waktu HMT | Rataan | Jarak | LSR    |        | Notasi |      |
|-----------|--------|-------|--------|--------|--------|------|
|           |        |       | 0,05   | 0,01   | 0,05   | 0,01 |
| W1= 1 jam | 8,53   | -     | -      | -      | a      | A    |
| W2= 2 jam | 8,42   | 2     | 0,2345 | 0,1302 | a      | A    |
| W3= 3 jam | 8,61   | 3     | 0,2459 | 0,1358 | a      | A    |
| W4= 4 jam | 8,80   | 4     | 0,2530 | 0,1395 | a      | A    |

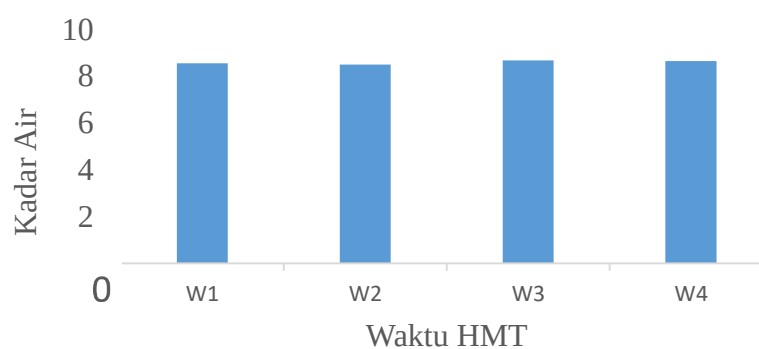
Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$

Berdasarkan tabel 5 Berdasarkan hasil penelitian, waktu HMT memberikan pengaruh sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap kadar air. Rata-rata kadar air pada HMT selama 1 jam sebesar 38,5800, 2 jam sebesar 38,4650, 3 jam sebesar 38,0324, dan 4 jam sebesar 39,0510. Perubahan kadar air selama HMT berkaitan dengan proses perpindahan panas dan air selama perlakuan. HMT dilakukan menggunakan kadar air terbatas sehingga air yang terdapat dalam bahan dapat berinteraksi dengan granula pati. Selama pemanasan, sebagian air dapat mengalami penguapan, sedangkan sebagian lainnya dapat masuk atau terikat pada struktur pati.

Syafutri (2022) menjelaskan bahwa kadar air merupakan salah satu karakteristik yang dipengaruhi oleh kondisi HMT. Peningkatan suhu HMT dapat

menurunkan kadar air karena semakin tinggi energi panas yang diterima bahan maka semakin besar kemungkinan terjadinya penguapan air. Sebaliknya, peningkatan kadar air awal pada proses HMT dapat meningkatkan kadar air tepung setelah perlakuan.

Penelitian Taleo, Ansharullah, dan Sadimantara (2025) juga menunjukkan bahwa tepung beras merah yang dimodifikasi HMT memiliki kadar air 8,95%, lebih rendah dibandingkan tepung beras merah kontrol sebesar 11,42%. Penurunan tersebut menunjukkan bahwa perlakuan HMT dapat menyebabkan perubahan kadar air pada tepung beras.



Gambar 3. Waktu HMT Terhadap Kadar Air

Berdasarkan Gambar 3, dapat dilihat bahwa kadar air mengalami perubahan seiring dengan perbedaan waktu HMT. Rata-rata kadar air pada perlakuan HMT selama 1 jam sebesar 38,58%, 2 jam sebesar 38,47%, 3 jam sebesar 38,03%, dan 4 jam sebesar 39,05%. Nilai kadar air terendah terdapat pada perlakuan HMT selama 3 jam, sedangkan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan 4 jam. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa waktu HMT memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap kadar air.

Perubahan kadar air tersebut berkaitan dengan proses perpindahan panas dan air selama perlakuan HMT. HMT dilakukan menggunakan kadar air terbatas sehingga air yang terdapat dalam bahan dapat berinteraksi dengan granula pati. Selama pemanasan, sebagian air dapat mengalami penguapan, sedangkan sebagian lainnya dapat masuk atau terikat pada struktur pati.

Hal ini sesuai dengan Syafutri (2022) yang menjelaskan bahwa peningkatan energi panas selama HMT dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya penguapan air. Selanjutnya, Taleo, Ansharullah, dan Sadimantara (2025) juga melaporkan bahwa tepung beras merah termodifikasi HMT memiliki kadar air lebih rendah dibandingkan tepung kontrol.

#### **Pengaruh Interaksi Jenis Varietas dan Waktu HMT pada Kadar Air**

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 2), diketahui bahwa interaksi antara persentase jenis varietas dan waktu HMT tidak nyata dengan ( $p < 0,01$ ) terhadap kadar air. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi kedua faktor tersebut tidak saling mempengaruhi secara signifikan terhadap kadar air. Meskipun interaksi tidak nyata, pada masing-masing perlakuan tunggal tetap menunjukkan perbedaan yang dapat diamati pada kadar air. Oleh karena itu pengujian lebih lanjut dipokuskan kepada perlakuan tunggal sedangkan pengujian interaksi tidak dilanjutkan.

#### **Kadar Abu**

##### **Pengaruh Jenis Varietas pada kadar Abu**

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, diketahui bahwa jenis varietas padi memberikan pengaruh tidak nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap kadar abu tepung beras. Hal

ini diduga karena kandungan mineral pada setiap varietas relatif serupa, sehingga perbedaan kadar abu yang dihasilkan tidak signifikan secara statistik.

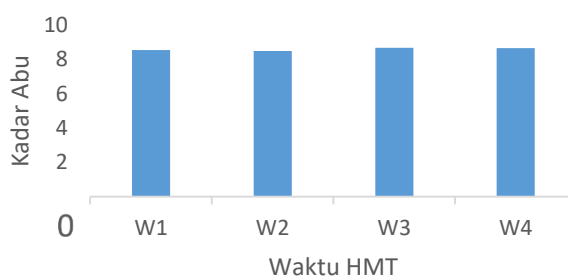
### Pengaruh Waktu HMT pada Kadar Abu

Terlihat pada (Lampiran 1 ) analisis sidik ragam dapat diketahui bahwa jenis varietas memberikan pengaruh berbeda nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap parameter Kadar Abu. Dari tingkat perbedaan tersebut telah di uji menggunakan uji beda rata-rata, dapat dilihat pada tabel 5.

Table 5. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Waktu HMT Terhadap Kadar Abu

| Waktu HMT | Rataan | Jarak | LSR    |        | Notasi |      |
|-----------|--------|-------|--------|--------|--------|------|
|           |        |       | 0,05   | 0,01   | 0,05   | 0,01 |
| W1= 1 jam | 8,56   | -     | -      | -      | b      | B    |
| W2= 2 jam | 8,50   | 2     | 0,5685 | 0,1302 | a      | A    |
| W3= 3 jam | 8,68   | 3     | 0,5962 | 0,1358 | a      | A    |
| W4= 4 jam | 8,66   | 4     | 0,6135 | 0,1395 | b      | B    |

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$ .



Gambar 4. Waktu HMT Pada Kadar Abu

### **Pengaruh Interaksi Jenis Varietas dan Waktu HMT pada Kadar Abu**

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 4), diketahui bahwa interaksi antara persentase jenis varietas dan waktu HMT tidak nyata dengan ( $p < 0,01$ ) terhadap kadar abu. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi kedua faktor tersebut tidak saling mempengaruhi secara signifikan terhadap kadar air. Meskipun interaksi tidak nyata, pada masing-masing perlakuan tunggal tetap menunjukkan perbedaan yang dapat dimati pada kadar abu. Oleh karena itu pengujian lebih lanjut dipokuskan kepada perlakuan tunggal sedangkan pengujian interaksi tidak dilanjutkan.

### **Amilosa**

#### **Pengaruh Jenis Varietas pada Tepung Beras**

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, diketahui bahwa jenis varietas padi memberikan pengaruh tidak nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap kadar amilosa tepung beras. Hal ini diduga karena kandungan pati dan komposisi amilosa pada setiap varietas relatif serupa, sehingga perbedaannya tidak signifikan secara statistik.

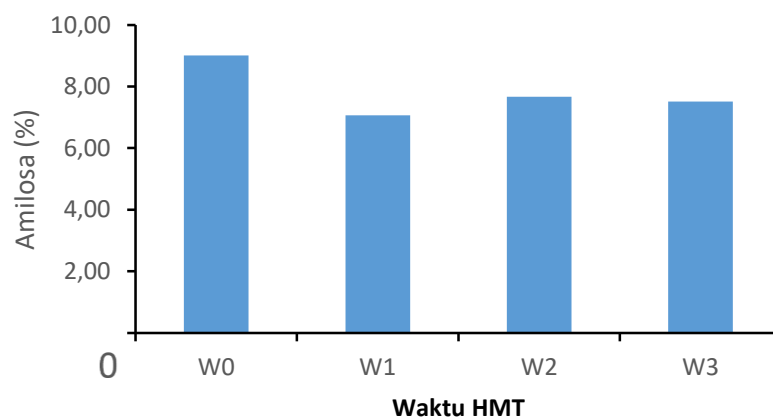
#### **Pengaruh Waktu HMT pada Tepung Beras**

Terlihat pada (Lampiran 1 ) analisis sidik ragam dapat diketahui bahwa jenis varietas memberikan pengaruh berbeda nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap parameter protein. Dari tingkat perbedaan tersebut telah di uji menggunakan uji beda rata-rata, dapat dilihat pada tabel 6.

Table 6. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Waktu HMT Terhadap Amilosa

| Waktu HMT | Rataan | Jarak | LSR    |        | Notasi |      |
|-----------|--------|-------|--------|--------|--------|------|
|           |        |       | 0,05   | 0,01   | 0,05   | 0,01 |
| W1= 1 jam | 43,52  | -     | -      | -      | b      | B    |
| W2= 2 jam | 43,27  | 2     | 0,5685 | 0,1302 | a      | A    |
| W3= 3 jam | 43,44  | 3     | 0,5962 | 0,1358 | a      | A    |
| W4= 4 jam | 43,70  | 4     | 0,6135 | 0,1395 | b      | B    |

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$ .



Gambar 5. Pengaruh Waktu HMT terhadap Amilosa

Pada bagian yang tersedia, data/grafik khusus pengaruh waktu HMT terhadap amilosa belum tercantum secara jelas. Gambar menyebutkan bahwa waktu HMT memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap parameter amilosa, tetapi tabel yang muncul setelahnya justru diberi judul “Pengaruh Waktu HMT terhadap Protein” dengan nilai 43,52; 43,27; 43,44; dan 43,70. Karena itu, saya tidak akan memaksakan pembahasan amilosa berdasarkan angka 43,52–

43,70, sebab berdasarkan struktur file angka tersebut ditempatkan pada bagian protein. Untuk skripsi, lebih aman menggunakan grafik/data amilosa asli.

### **Pengaruh Interaksi Jenis Varietas dan Waktu HMT pada Amilosa**

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 6), diketahui bahwa interaksi antara persentase jenis varietas dan waktu HMT tidak nyata dengan ( $p < 0,01$ ) terhadap amilosa. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi kedua faktor tersebut tidak saling mempengaruhi secara signifikan terhadap amilosa. Meskipun interaksi tidak nyata, pada masing-masing perlakuan tunggal tetap menunjukkan perbedaan yang dapat diamati pada amilosa. Oleh karena itu pengujian lebih lanjut difokuskan kepada perlakuan tunggal sedangkan pengujian interaksi tidak dilanjutkan.

### **Protein**

#### **Pengaruh Jenis Varietas pada Tepung Beras**

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, diketahui bahwa jenis varietas padi memberikan pengaruh tidak nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap kadar protein tepung beras. Hal ini diduga karena kandungan protein pada setiap varietas relatif serupa, sehingga perbedaannya tidak signifikan secara statistik.

#### **Pengaruh Waktu HMT pada Tepung Beras**

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, diketahui bahwa waktu Heat Moisture Treatment (HMT) memberikan pengaruh tidak nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap kadar protein tepung beras. Hal ini diduga karena perlakuan waktu HMT tidak menyebabkan perubahan kadar protein yang cukup besar, sehingga perbedaannya tidak signifikan secara statistik.

### **Pengaruh Interaksi Jenis Varietas dan Waktu HMT pada Protein**

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 4), diketahui bahwa interaksi antara persentase jenis varietas dan waktu HMT tidak nyata dengan ( $p < 0,01$ ) terhadap protein. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi kedua faktor tersebut tidak saling mempengaruhi secara signifikan terhadap protein. Meskipun interaksi tidak nyata, pada masing-masing perlakuan tunggal tetap menunjukkan perbedaan yang dapat diamati pada protein. Oleh karena itu pengujian lebih lanjut difokuskan kepada perlakuan tunggal sedangkan pengujian interaksi tidak dilanjutkan.

### **Warna L\***

#### **Pengaruh Jenis Varietas pada Tepung Beras**

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, diketahui bahwa jenis varietas padi memberikan pengaruh tidak nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap nilai warna L\* tepung beras. Hal ini diduga karena tingkat kecerahan warna antarvarietas relatif serupa, sehingga perbedaannya tidak signifikan secara statistik.

#### **Pengaruh Waktu HMT pada Tepung Beras**

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, diketahui bahwa waktu Heat Moisture Treatment (HMT) memberikan pengaruh tidak nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap nilai warna L\* tepung beras. Hal ini diduga karena perlakuan waktu HMT tidak menyebabkan perubahan tingkat kecerahan warna yang cukup besar, sehingga perbedaannya tidak signifikan secara statistik.

### **Pengaruh Interaksi Jenis Varietas dan Waktu HMT pada Warna L\***

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 10), diketahui bahwa interaksi antara persentase jenis varietas dan waktu HMT tidak nyata dengan ( $p < 0,01$ ) terhadap warna  $L^*$ . Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi kedua faktor tersebut tidak saling mempengaruhi secara signifikan terhadap warna  $L^*$ . Meskipun interaksi tidak nyata, pada masing-masing perlakuan tunggal tetap menunjukkan perbedaan yang dapat diamati pada warna  $L^*$ . Oleh karena itu pengujian lebih lanjut difokuskan kepada perlakuan tunggal sedangkan pengujian interaksi tidak dilanjutkan.

### **Warna $a^*$**

#### **Pengaruh Jenis Varietas pada Tepung Beras**

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, diketahui bahwa jenis varietas padi memberikan pengaruh tidak nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap nilai warna  $a^*$  tepung beras. Hal ini diduga karena karakteristik warna antarvarietas relatif serupa, sehingga perbedaan nilai  $a^*$  tidak signifikan secara statistik.

#### **Pengaruh Waktu HMT pada Tepung Beras**

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, diketahui bahwa waktu Heat Moisture Treatment (HMT) memberikan pengaruh tidak nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap nilai warna  $a^*$  tepung beras. Hal ini diduga karena perlakuan HMT tidak menyebabkan perubahan komponen warna merah dan hijau secara signifikan, sehingga nilai  $a^*$  antarperlakuan relatif serupa.

#### **Pengaruh Interaksi Jenis Varietas dan Waktu HMT pada $a^*$**

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 12), diketahui bahwa interaksi antara persentase jenis varietas dan waktu HMT tidak nyata dengan ( $p < 0,01$ ) terhadap warna  $a^*$ . Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi kedua faktor tersebut

tidak saling mempengaruhi secara signifikan terhadap warna  $a^*$ . Meskipun interaksi tidak nyata, pada masing-masing perlakuan tunggal tetap menunjukkan perbedaan yang dapat dimati pada warna  $a^*$ . Oleh karena itu pengujian lebih lanjut dipokuskan kepada perlakuan tunggal sedangkan pengujian interaksi tidak di lanjutkan.

### **Warna $b^*$**

#### **Pengaruh Jenis Varietas pada Tepung Beras**

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, diketahui bahwa jenis varietas padi memberikan pengaruh tidak nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap nilai warna  $b^*$  tepung beras. Hal ini diduga karena tingkat warna kuning dan biru antarvarietas relatif serupa, sehingga perbedaannya tidak signifikan secara statistik.

#### **Pengaruh Waktu HMT pada Tepung Beras**

Terlihat pada (Lampiran 1 ) analisis sidik ragam dapat diketahui bahwa jenis varietas memberikan pengaruh berbeda nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap parameter warna  $b^*$ . Dari tingkat perbedaan tersebut telah di uji menggunakan uji beda rata-rata, dapat dilihat pada tabel 7.

Table 7. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Waktu HMT Terhadap Warna  $b^*$

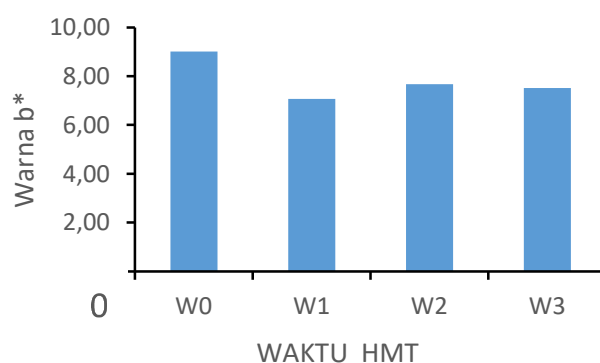
| Waktu HMT | Rataan | Jarak | <u>LSR</u> |        | <u>Notasi</u> |      |
|-----------|--------|-------|------------|--------|---------------|------|
|           |        |       | 0,05       | 0,01   | 0,05          | 0,01 |
| W0= 1 jam | 9,0100 | -     | -          | -      | a             | A    |
| W1= 2 jam | 7,0700 | 2     | 0,7495     | 0,1302 | b             | B    |
| W2= 3 jam | 7,6700 | 3     | 0,7860     | 0,1358 | c             | C    |
| W3= 4 jam | 7,5100 | 4     | 0,8088     | 0,1395 | b             | B    |

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$

Berdasarkan Tabel 7, waktu HMT memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap warna  $b^*$  tepung beras. Nilai warna  $b^*$  tertinggi diperoleh pada W1 (2 jam) sebesar 7,0700? dan terendah pada W2 (3 jam) sebesar 7,6700.

Namun, dari tabel pada gambar, urutan nilainya perlu diperhatikan: W0 = 9,0100; W1 = 7,0700; W2 = 7,6700; dan W3 = 7,5100. Dengan demikian, nilai warna B tertinggi terdapat pada W0 (1 jam) sebesar 9,0100, sedangkan terendah pada W1 (2 jam) sebesar 7,0700.

Hasil uji lanjut menunjukkan W0 memiliki notasi a/A, W1 b/B, W2 c/C, dan W3 b/B. Artinya, W1 dan W3 tidak berbeda nyata, sedangkan perlakuan dengan notasi berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5% dan sangat nyata pada taraf 1%. Nilai  $b^*$  yang positif menunjukkan kecenderungan warna ke arah kuning



Gambar 6. Warna  $b^*$  pada Waktu Pengeringan

Berdasarkan gambar 9, terlihat bahwa warna B mengalami perubahan seiring dengan bertambahnya waktu HMT. W0 (1 jam) menghasilkan nilai warna B paling tinggi, kemudian mengalami penurunan pada W1 (2 jam), sedikit

meningkat pada W2 (3 jam), dan kembali sedikit menurun pada W3 (4 jam). Pola tersebut menunjukkan bahwa perubahan warna selama HMT tidak selalu meningkat secara linear dengan bertambahnya waktu pemanasan. Perubahan ini dapat dipengaruhi oleh interaksi antara waktu pemanasan, kadar air, suhu, serta komponen kimia tepung. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa durasi HMT dapat memengaruhi perubahan warna beras, sedangkan kondisi perlakuan menentukan besar kecilnya perubahan warna yang terjadi

Menurut Kim *et al.* (2018), perlakuan HMT dapat menyebabkan perubahan warna tepung beras, ditandai dengan perubahan nilai  $L^*$ ,  $a^*$ , dan  $b^*$ . HMT dapat menyebabkan peningkatan nilai  $b^*$  sehingga tepung cenderung lebih kekuningan. Perubahan tersebut berkaitan dengan terjadinya reaksi Maillard antara gugus amino protein dan gula pereduksi selama pemanasan. Hasil penelitian Kunyaneer dan Luangsakul (2022) juga menunjukkan bahwa HMT dapat mengubah berbagai sifat fisikokimia tepung beras, dan besarnya perubahan dipengaruhi oleh karakteristik bahan serta kondisi HMT yang digunakan. Selain itu, Sun *et al.* (2013) melaporkan bahwa peningkatan waktu dan suhu HMT dapat menyebabkan perubahan sifat fisikokimia beras, karena perlakuan panas dan kadar air memengaruhi struktur komponen penyusun beras.

#### **Pengaruh Interaksi Jenis Varietas dan Waktu HMT pada Warna $b^*$**

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 4), diketahui bahwa interaksi antara persentase jenis varietas dan waktu HMT tidak nyata dengan ( $p < 0,01$ ) terhadap warna  $b^*$ . Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi kedua faktor tersebut tidak saling mempengaruhi secara signifikan terhadap warna  $b^*$ . Meskipun interaksi tidak nyata, pada masing-masing perlakuan tunggal tetap menunjukkan perbedaan

yang dapat dimati pada warna  $b^*$ . Oleh karena itu pengujian lebih lanjut dipokuskan kepada perlakuan tunggal sedangkan pengujian intreaksi tidak di lanjutkan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian serta pembahasan mengenai *Pengaruh Varietas dan Heat Moisture Treatment Terhadap Sifat Fisiokimia Tepung Beras (Oryza sativa L)* bisa di simpulkan sebagai berikut:

1. Faktor 1 (Varietas) terbaik adalah varietas IR 64 (V1). Varietas IR 64 menghasilkan karakteristik tepung yang relatif baik, terutama ditinjau dari kadar air yang paling rendah dibandingkan varietas lainnya serta kadar protein yang relatif tinggi. Perbedaan varietas juga memberikan karakteristik yang berbeda terhadap kadar air, kadar abu, amilosa, dan protein tepung beras.
2. Faktor 2 (waktu HMT) terbaik adalah perlakuan 2 jam (W2). Perlakuan HMT selama 2 jam menghasilkan kadar air terendah, yaitu sebesar 8,5097%, dibandingkan perlakuan 1 jam sebesar 8,5651%, 3 jam sebesar 8,6896%, dan 4 jam sebesar 8,6621%. Waktu HMT juga memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air dan kadar abu tepung beras.

3. Interaksi terbaik adalah kombinasi varietas IR 64 dengan waktu HMT 2 jam (V1W2). Kombinasi tersebut dipilih sebagai interaksi yang paling baik karena menghasilkan karakteristik tepung yang relatif sesuai dengan tujuan penelitian, dengan kadar air yang rendah serta karakteristik kimia yang baik. Interaksi antara varietas dan waktu HMT menunjukkan bahwa respons tepung terhadap perlakuan HMT dapat berbeda tergantung varietas yang digunakan.
4. Perlakuan terbaik secara keseluruhan adalah V1W2, yaitu varietas IR 64 dengan perlakuan HMT selama 2 jam. Kombinasi tersebut dapat direkomendasikan sebagai perlakuan terbaik dalam penelitian karena memberikan karakteristik fisikokimia tepung beras yang relatif paling baik dan sesuai dengan tujuan penelitian. Pemilihan varietas IR 64 dan waktu HMT 2 jam dapat digunakan sebagai alternatif untuk menghasilkan tepung beras pecah kulit dengan karakteristik yang diinginkan.

## **Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan dengan variasi suhu, kadar air, dan waktu HMT yang lebih beragam untuk memperoleh kondisi optimum. Selain itu, perlu dilakukan pengujian sifat fungsional dan sensori serta aplikasi tepung pada berbagai produk pangan. Penelitian selanjutnya juga disarankan menggunakan lebih banyak varietas beras pecah kulit dengan pengendalian kondisi proses HMT dan pengeringan yang lebih optimal.



## DAFTAR PUSTAKA

- Apriyanti, I., B. Suarti., M. Fuadi., F. Darmawan., dan A. Fandewa. 2024. Pelatihan pembuatan kerupuk beras pecah kulit dari tepung pregelatinisasi di Desa Karang Anyar Kecamatan Beringin, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. *IHSAN: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(1). <https://doi.org/10.30596/ihsan.v6i1.15661>
- Apriyanti, R., A. Purwanti., dan S. Fitriani. 2024. Karakteristik Gizi dan Mutu Tepung Beras Pecah Kulit Utuh pada Berbagai Tingkat Penggilingan. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, 11(1), hlm. 45–56.
- Badan Pusat Statistik. 2025. *Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2024 (Angka Tetap)*. Jakarta: Badan Pusat Statistik Republik Indonesia.
- Badan Pusat Statistik. 2025. Luas panen dan produksi padi di Indonesia 2024 (Angka Tetap). Jakarta: Badan Pusat Statistik Republik Indonesia.
- Badan Standardisasi Nasional. 1992. SNI 01-2891-1992: Cara uji makanan dan minuman. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- He, L., Y. Yang., dan L. Ren. 2022. Effects of germination time on the structural, physicochemical and functional properties of brown rice. *International Journal of Food Science & Technology*.
- He, L.-Y., Y. Yang., L. Ren., X. Bian., X. Liu., F. Chen., B. Tan., Y. Fu., X. Zhang., dan N. Zhang. 2022. Effects of germination time on the structural, physicochemical and functional properties of brown rice. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(4), 1902–1910. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15118>
- Hormdok, R., dan A. Noomhorm. 2007. Hydrothermal treatments of rice starch for improvement of rice noodle quality. *LWT - Food Science and Technology*, 40(10), 1725–1732.
- Indriyani, S, M. 2022. Pengaruh heat moisture treatment terhadap sifat fisikokimia tepung beras merah termodifikasi. *Jurnal Pangan*, 30(3), 175–186. <https://doi.org/10.33964/jp.v30i3.530>
- Jo, Y., A. Chun., E. Sim., H. Park., J. Kwak., M. Kim., C. Lee., dan Y. Jeon. 2021. Effect of milling on the pasting properties and storage stability of dry-milled rice flour. *Food Engineering Progress*, 25(1), 43–50. <https://doi.org/10.13050/foodengprog.2021.25.1.43>
- Kim, J. Y., J. E. Jeon., dan I. S. Lee. 2021. Effects of the substitution of wet-milled rice flour for wheat flour on the physicochemical properties and acceptability of yellow layer cake. *Korean Journal of Food Culture*, 36(5), 492–501.

- Kong, X., C. Zhang., Y. Hua., Y. Chen., dan W. Li. 2022. Physicochemical properties and nutritional characteristics of brown rice flour. *Frontiers in Nutrition*.
- Kraithong, S., S. Lee., dan S. Rawdkuen. 2018. Physicochemical and functional properties of Thai organic rice flour. *Journal of Cereal Science*, 79, 259–266.
- Kumar, S. S., Suneetha, Y., Kumar, G. V., Rao, V. S., Raja, D. S., & Srinivas, T. 2020. Evaluation of coloured and white rice genotypes for yield and quality. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(7), 2454–2466. <https://doi.org/10.20546/ijemas.2020.907.288>
- Kumar, S. S., Y. Suneetha., G. V. Kumar., V. S. Rao., D. S. Raja., dan T. Srinivas. 2020. Variability, correlation and path studies in coloured rice. *International Journal of Chemical Studies*, 8(4), 2138–2144. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i4w.9944>
- Kunyanee, K., dan N. Luangsakul. 2022. The impact of heat moisture treatment on the physicochemical properties and in vitro glycemic index of rice flour with different amylose contents and associated effects on rice dumpling quality. *LWT - Food Science and Technology*, 154, 112694. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112694>
- Munarko, H., S. Budijanto., A. B. Sitanggang., dan F. Kusnandar. 2021. Pengaruh waktu perendaman beras terhadap profil gelatinisasi dan komponen bioaktif tepung beras pecah kulit berkecambah. *Jurnal Pangan*, 30(3), 187–198. <https://doi.org/10.33964/jp.v30i3.534>
- Norsuwan, T., dan M. Thongngam. 2024. The effect of heat-moisture treatment on the molecular changes of starch and protein in high- and low-amylose rice flours and its physicochemical properties. *Food and Applied Bioscience Journal*, 12(2), 11–30.
- Suarti, B. 2025. Sifat fisikokimia beras pecah kulit dan beras sosoh pada beberapa varietas. *Jurnal Pangan*, 33(1). <https://doi.org/10.33964/jp.v33i1.756>
- Suarti, B., M. H. Rahman., dan G. Setiavani. 2025. Sifat Fisikokimia Beras Pecah Kulit dan Beras Sosoh pada Beberapa Varietas (Ciherang, Mekongga, dan Inpari 32). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 25(1), hlm. 23–32.
- Suarti, B., M. H. Rahman., M. Fuadi., dan G. Setiavani. 2024. Sifat Fisikokimia dan Karakteristik Tepung dari Beras Pecah Kulit dengan Metode Pregelatinisasi. *Jurnal Warta*, 18(4), hlm. 112–121.
- Suarti, B., G. Setiavani., M. I. Nusa., M. Fuadi., dan I. Apriyanti. 2023. Perbedaan sifat fisik dan amilosa beras pecah kulit dan beras sosoh. *Warta Dharmawangsa*, 17(3). <https://doi.org/10.46576/wdw.v17i3.3581>

- Sun, Q., T. Wang., L. Xiong., dan Y. Zhao. 2013. The effect of heat moisture treatment on physicochemical properties of early indica rice. *Food Chemistry*, 141(2), 853–857. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.03.077>
- Sun, Q., L. Xiong., dan S. Zhao. 2021. Effects of heat-moisture treatment and annealing on physicochemical properties of rice starch. *Food Hydrocolloids*.
- Syafutri 2022, penelitian mengenai pengaruh Heat Moisture Treatment terhadap sifat fisikokimia tepung beras merah, sebagaimana dirujuk dalam pembahasan file penelitian.
- Syafutri, M. I., F. Pratama., F. Syaiful., R. A. Sari., O. Sriutami., dan D. Pusvita. 2022. Pengaruh Heat Moisture Treatment Terhadap Sifat Fisikokimia Tepung Beras Merah Termodifikasi. *Jurnal Pangan*, 30(3), 175–186. <https://doi.org/10.33964/jp.v30i3.530>
- Syafutri, M. I., F. Pratama., F. Syaiful., R. A. Sari., O. Sriutami., dan D. Pusvita. 2021. Pengaruh Heat Moisture Treatment terhadap Sifat Fisikokimia Tepung Beras Merah Termodifikasi. *Jurnal Pangan*, 30(3), hlm. 175–186.
- Taleo, I. N., S. Ansharullah., dan M. S. Sadimantara. 2025. Sifat Fisikokimia dan Modifikasi Termal Heat Moisture Treatment (HMT) Tepung Beras Merah Lokal. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, 10(1), hlm. 88–99.
- Vela, A. J., M. Villanueva., dan F. Ronda. 2021. Low-frequency ultrasonication modulates the impact of annealing on physicochemical and functional properties of rice flour. *Food Hydrocolloids*, 120, 106933. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106933>
- Verma, D. K., dan P. P. Srivastav. 2020. Exploring the physicochemical and cooking properties of some Indian aromatic and non-aromatic rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *ORYZA – An International Journal on Rice*, 57(2), 146–161. <https://doi.org/10.35709/ory.2020.57.2.9>
- Xiang, G., J. Li., Q. Lin., Y. Zhang., Y. Ding., X. Guo., Q. Pan., Q. Liu., X. Fu., Y. Yang., W. Han., dan Y. Fang. 2023. The effect of heat-moisture treatment changed the binding of starch, protein and lipid in rice flour to affect its hierarchical structure and physicochemical properties. *Food Chemistry*: X, 19, 100785. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100785>
- Zavareze, E. da R., dan A. R. G. Dias. 2011. Impact of heat-moisture treatment and annealing in starch: A review. *Carbohydrate Polymers*, 83(2), 317–328.
- Zhang, T., S. Tian., X. Xue. 2025. Effects of soaked brown rice flour on physicochemical properties and quality characteristics of food products. *Journal of Cereal Science*.

### LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Rataan Kadar Air pada Jenis Varietas Tepung Beras

| Perlakuan | Ulangan |        | Total  | Rataan |
|-----------|---------|--------|--------|--------|
|           | I       | II     |        |        |
| V1W1      | 8,39    | 8,51   | 16,90  | 8,45   |
| V1W2      | 8,18    | 8,30   | 16,48  | 8,24   |
| V1W3      | 9,00    | 8,11   | 17,10  | 8,55   |
| V1W4      | 8,86    | 8,98   | 17,84  | 8,92   |
| V2W1      | 8,49    | 8,61   | 17,10  | 8,55   |
| V2W2      | 8,06    | 8,18   | 16,24  | 8,12   |
| V2W3      | 8,88    | 8,02   | 16,90  | 8,45   |
| V3W4      | 8,74    | 8,86   | 17,60  | 8,80   |
| V3W1      | 8,58    | 8,72   | 17,30  | 8,65   |
| V3W2      | 8,95    | 8,09   | 17,04  | 8,52   |
| V3W3      | 8,77    | 8,91   | 17,68  | 8,84   |
| V1W4      | 8,60    | 8,76   | 17,36  | 8,68   |
| V4W1      | 8,66    | 8,78   | 17,44  | 8,72   |
| V4W2      | 8,91    | 8,03   | 16,94  | 8,47   |
| V4W3      | 8,71    | 8,85   | 17,56  | 8,78   |
| V4W4      | 8,54    | 8,68   | 17,22  | 8,61   |
| Total     | 138,32  | 136,39 | 274,75 | 137,35 |
| Rataan    | 8,65    | 8,52   | 17,17  | 8,58   |

Lampiran 2. Data Analisis Sidik Ragam Kadar Air Pada Tepung Beras

| SK        | db | JK     | KT     | F hit. | Ket | F.05  | F.01  |
|-----------|----|--------|--------|--------|-----|-------|-------|
| Perlakuan | 15 | 1,371  | 0,091  | 0,901  | tn  | 2,352 | 3,409 |
| V         | 3  | 0,194  | 0,065  | 0,637  | tn  | 3,239 | 5,292 |
| V Lin     | 1  | 0,098  | 0,098  | 0,963  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| V Kuad    | 1  | 0,002  | 0,002  | 0,021  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| V Kub     | 1  | 0,0003 | 0,0003 | 0,003  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| W         | 3  | 0,757  | 0,252  | 2,487  | *   | 3,239 | 5,292 |
| W Lin     | 1  | 2,913  | 2,913  | 28,726 | **  | 4,494 | 8,531 |
| W Kuad    | 1  | 0,002  | 0,002  | 0,021  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| W Kub     | 1  | 0,035  | 0,035  | 0,341  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| V x W     | 9  | 0,420  | 0,047  | 0,460  | tn  | 2,538 | 3,780 |
| Galat     | 16 | 1,623  | 0,101  |        |     |       |       |
| Total     | 31 | 2,993  |        |        |     |       |       |

Keterangan: KK:3 %      \*\*: Sangat nyata      \*: Nyata      tn: Tidak nyata

Lampiran 3. Data Rataan Kadar Abu pada Jenis Varietas Tepung Beras

| Perlakuan | Ulangan |        | Total | Rataan |
|-----------|---------|--------|-------|--------|
|           | I       | II     |       |        |
| V1W1      | 8,39    | 8,51   | 16,90 | 8,45   |
| V1W2      | 8,18    | 8,30   | 16,48 | 8,24   |
| V1W3      | 9,00    | 8,11   | 17,10 | 8,55   |
| V1W4      | 8,86    | 8,98   | 17,84 | 8,92   |
| V2W1      | 8,49    | 8,61   | 17,10 | 8,55   |
| V2W2      | 8,06    | 8,18   | 16,24 | 8,12   |
| V2W3      | 8,88    | 8,02   | 16,90 | 8,45   |
| V3W4      | 8,74    | 8,86   | 17,60 | 8,80   |
| V3W1      | 8,58    | 8,72   | 17,30 | 8,65   |
| V3W2      | 8,95    | 8,09   | 17,04 | 8,52   |
| V3W3      | 8,77    | 8,91   | 17,68 | 8,84   |
| V1W4      | 8,60    | 8,76   | 17,36 | 8,68   |
| V4W1      | 8,66    | 8,78   | 17,44 | 8,72   |
| V4W2      | 8,91    | 8,03   | 16,94 | 8,47   |
| V4W3      | 8,71    | 8,85   | 17,56 | 8,78   |
| V4W4      | 8,54    | 8,68   | 17,22 | 8,61   |
| Total     | 138,32  | 136,39 | 74,70 | 137,35 |
| Rataan    | 8,65    | 8,52   | 17,17 | 8,58   |

Lampiran 4. Data Analisis Sidik Ragam Kadar Abu Pada Tepung Beras

| SK        | db | JK     | KT     | F hit. | Ket | F.05  | F.01  |
|-----------|----|--------|--------|--------|-----|-------|-------|
| Perlakuan | 15 | 1,371  | 0,091  | 0,901  | tn  | 2,352 | 3,409 |
| V         | 3  | 0,194  | 0,065  | 0,637  | tn  | 3,239 | 5,292 |
| V Lin     | 1  | 0,098  | 0,098  | 0,963  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| V Kuad    | 1  | 0,002  | 0,002  | 0,021  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| V Kub     | 1  | 0,0003 | 0,0003 | 0,003  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| W         | 3  | 0,757  | 0,252  | 2,487  | *   | 3,239 | 5,292 |
| W Lin     | 1  | 2,913  | 2,913  | 28,726 | **  | 4,494 | 8,531 |
| W Kuad    | 1  | 0,002  | 0,002  | 0,021  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| W Kub     | 1  | 0,035  | 0,035  | 0,341  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| V x W     | 9  | 0,420  | 0,047  | 0,460  | tn  | 2,538 | 3,780 |
| Galat     | 16 | 1,623  | 0,101  |        |     |       |       |
| Total     | 31 | 2,993  |        |        |     |       |       |

Keterangan: KK: 3%

\*\*: Sangat nyata

\*: Nyata

tn: Tidak nyata

Lampiran 5. .Data Rataan Kadar Amilosa pada Jenis Varietas Tepung Beras 1

| Perlakuan | Ulangan |        | Total  | Rataan |
|-----------|---------|--------|--------|--------|
|           | I       | II     |        |        |
| V1W1      | 15,14   | 15,16  | 30,30  | 15,15  |
| V1W2      | 15,13   | 15,15  | 30,28  | 15,14  |
| V1W3      | 15,12   | 15,14  | 30,26  | 15,13  |
| V1W4      | 15,11   | 15,13  | 30,24  | 15,12  |
| V2W1      | 15,14   | 15,16  | 30,30  | 15,15  |
| V2W2      | 15,13   | 15,15  | 30,28  | 15,14  |
| V2W3      | 15,12   | 15,14  | 30,26  | 15,13  |
| V3W4      | 15,11   | 15,13  | 30,24  | 15,12  |
| V3W1      | 15,14   | 15,16  | 30,30  | 15,15  |
| V3W2      | 15,13   | 15,15  | 30,28  | 15,14  |
| V3W3      | 15,12   | 15,14  | 30,26  | 15,13  |
| V1W4      | 15,11   | 15,13  | 30,24  | 15,12  |
| V4W1      | 15,14   | 15,16  | 30,30  | 15,15  |
| V4W2      | 15,13   | 15,15  | 30,28  | 15,14  |
| V4W3      | 15,12   | 15,14  | 30,26  | 15,13  |
| V4W4      | 15,11   | 15,13  | 30,24  | 15,12  |
| Total     | 242,00  | 242,32 | 484,32 | 242,26 |
| Rataan    | 15,13   | 15,15  | 30,27  | 15,14  |

Lampiran 6. Data Analisis Sidik Ragam Kadar Amilosa pada Jenis Varietas tepung Beras 1

| SK        | db | JK    | KT    | F hit.    | Ket | F.05  | F.01  |
|-----------|----|-------|-------|-----------|-----|-------|-------|
| Perlakuan | 15 | 0,004 | 0,000 | 1,333     | tn  | 2,352 | 3,409 |
| V         | 3  | 0,000 | 0,000 | 0,000     | tn  | 3,239 | 5,292 |
| V Lin     | 1  | 0,098 | 0,098 | 488,072   | **  | 4,494 | 8,531 |
| V Kuad    | 1  | 0,002 | 0,002 | 10,660    | **  | 4,494 | 8,531 |
| V Kub     | 1  | 0,003 | 0,003 | 1,568     | *   | 4,494 | 8,531 |
| W         | 3  | 0,004 | 0,001 | 6,667     | *   | 3,239 | 5,292 |
| W Lin     | 1  | 2,913 | 2,913 | 14565,424 | *   | 4,494 | 8,531 |
| W Kuad    | 1  | 0,002 | 0,002 | 10,660    | **  | 4,494 | 8,531 |
| W Kub     | 1  | 0,035 | 0,035 | 172,931   | **  | 4,494 | 8,531 |
| V x W     | 9  | 0,000 | 0,000 | 0,000     | tn  | 2,538 | 3,780 |
| Galat     | 16 | 0,003 | 0,000 |           |     |       |       |
| Total     | 31 | 0,007 |       |           |     |       |       |

Keterangan: KK: 1%      \*\*: Sangat nyata      \*: Nyata      tn: Tidak nyata

Lampiran 7. .Data Rataan Kadar Protein pada Jenis Varietas Tepung Beras

| Perlakuan | Ulangan |        | Total  | Rataan |
|-----------|---------|--------|--------|--------|
|           | I       | II     |        |        |
| V1W1      | 10,45   | 11,16  | 21,61  | 10,81  |
| V1W2      | 10,55   | 11,21  | 21,76  | 10,88  |
| V1W3      | 10,45   | 11,27  | 21,72  | 10,86  |
| V1W4      | 10,50   | 11,35  | 21,85  | 10,93  |
| V2W1      | 10,55   | 11,16  | 21,71  | 10,86  |
| V2W2      | 10,55   | 11,21  | 21,76  | 10,88  |
| V2W3      | 10,45   | 11,27  | 21,72  | 10,86  |
| V3W4      | 10,50   | 11,35  | 21,85  | 10,93  |
| V3W1      | 10,45   | 11,16  | 21,61  | 10,81  |
| V3W2      | 10,55   | 11,21  | 21,76  | 10,88  |
| V3W3      | 10,45   | 11,27  | 21,72  | 10,86  |
| V1W4      | 10,50   | 11,35  | 21,85  | 10,93  |
| V4W1      | 10,45   | 11,16  | 21,61  | 10,81  |
| V4W2      | 10,55   | 11,21  | 21,76  | 10,88  |
| V4W3      | 10,45   | 11,27  | 21,72  | 10,86  |
| V4W4      | 10,50   | 11,35  | 21,85  | 10,93  |
| Total     | 167,90  | 179,96 | 347,86 | 173,97 |
| Rataan    | 10,49   | 11,25  | 21,74  | 10,87  |

Lampiran 8. Data Analisis Sidik Ragam Kadar Protein Pada Tepung Beras

| SK        | db | JK     | KT     | F hit. | Ket | F.05  | F.01  |
|-----------|----|--------|--------|--------|-----|-------|-------|
| Perlakuan | 15 | 0,052  | 0,003  | 0,012  | tn  | 2,352 | 3,409 |
| V         | 3  | 0,001  | 0,000  | 0,001  | tn  | 3,239 | 5,292 |
| V Lin     | 1  | 0,098  | 0,098  | 0,339  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| V Kuad    | 1  | 0,002  | 0,002  | 0,007  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| V Kub     | 1  | 0,0003 | 0,0003 | 0,001  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| W         | 3  | 0,048  | 0,016  | 0,055  | tn  | 3,239 | 5,292 |
| W Lin     | 1  | 2,913  | 2,913  | 10,125 | **  | 4,494 | 8,531 |
| W Kuad    | 1  | 0,002  | 0,002  | 0,007  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| W Kub     | 1  | 0,035  | 0,035  | 0,120  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| V x W     | 9  | 0,003  | 0,000  | 0,001  | tn  | 2,538 | 3,780 |
| Galat     | 16 | 4,603  | 0,288  |        |     |       |       |
| Total     | 31 | 4,655  |        |        |     |       |       |

Keterangan: KK: 4%      \*\*: Sangat nyata      tn: Tidak nyata

Lampiran 9. .Data Rataan Warna L\* pada Jenis Varietas Tepung Beras

| Perlakuan | Ulangan |        | Total  | Rataan |
|-----------|---------|--------|--------|--------|
|           | I       | II     |        |        |
| V1W1      | 15,48   | 16,48  | 31,96  | 15,98  |
| V1W2      | 15,49   | 16,49  | 31,98  | 15,99  |
| V1W3      | 15,12   | 16,12  | 31,24  | 15,62  |
| V1W4      | 15,88   | 16,88  | 32,76  | 16,38  |
| V2W1      | 15,89   | 16,89  | 32,78  | 16,39  |
| V2W2      | 15,89   | 16,89  | 32,78  | 16,39  |
| V2W3      | 15,43   | 16,43  | 31,86  | 15,93  |
| V3W4      | 15,24   | 16,24  | 31,48  | 15,74  |
| V3W1      | 15,86   | 16,86  | 32,72  | 16,36  |
| V3W2      | 15,14   | 16,14  | 31,28  | 15,64  |
| V3W3      | 15,13   | 16,13  | 31,26  | 15,63  |
| V1W4      | 15,89   | 16,89  | 32,78  | 16,39  |
| V4W1      | 15,93   | 16,93  | 32,86  | 16,43  |
| V4W2      | 15,25   | 16,25  | 31,50  | 15,75  |
| V4W3      | 15,25   | 16,25  | 31,50  | 15,75  |
| V4W4      | 15,34   | 16,34  | 31,68  | 15,84  |
| Total     | 248,21  | 264,21 | 512,42 | 256,21 |
| Rataan    | 15,51   | 16,51  | 32,03  | 16,01  |

Lampiran 10. Data Analisis Sidik Ragam Warna L\* Pada Tepung Beras

| SK        | db | JK     | KT     | F hit. | Ket | F.05  | F.01  |
|-----------|----|--------|--------|--------|-----|-------|-------|
| Perlakuan | 15 | 3,094  | 0,206  | 0,413  | tn  | 2,352 | 3,409 |
| V         | 3  | 0,123  | 0,041  | 0,082  | tn  | 3,239 | 5,292 |
| V Lin     | 1  | 0,098  | 0,098  | 0,195  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| V Kuad    | 1  | 0,002  | 0,002  | 0,004  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| V Kub     | 1  | 0,0003 | 0,0003 | 0,001  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| W         | 3  | 1,327  | 0,442  | 0,885  | tn  | 3,239 | 5,292 |
| W Lin     | 1  | 2,913  | 2,913  | 5,826  | *   | 4,494 | 8,531 |
| W Kuad    | 1  | 0,002  | 0,002  | 0,004  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| W Kub     | 1  | 0,035  | 0,035  | 0,069  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| V x W     | 9  | 1,644  | 0,183  | 0,365  | tn  | 2,538 | 3,780 |
| Galat     | 16 | 8,000  | 0,500  |        |     |       |       |
| Total     | 31 | 11,094 |        |        |     |       |       |

Keterangan: KK: 4%      \*: Nyata      tn: Tidak nyata

Lampiran 11. .Data Rataan Warna a\* pada Jenis Varietas Tepung Beras Beras

| Perlakuan | Ulangan |       | Total | Rataan |
|-----------|---------|-------|-------|--------|
|           | I       | II    |       |        |
| V1W1      | 1,04    | 2,04  | 3,08  | 1,54   |
| V1W2      | 1,66    | 2,66  | 4,32  | 2,16   |
| V1W3      | 1,53    | 2,53  | 4,06  | 2,03   |
| V1W4      | 1,44    | 2,44  | 3,88  | 1,94   |
| V2W1      | 1,06    | 2,06  | 3,12  | 1,56   |
| V2W2      | 2,33    | 2,33  | 4,66  | 2,33   |
| V2W3      | 1,90    | 2,90  | 4,80  | 2,40   |
| V3W4      | 1,35    | 2,35  | 3,70  | 1,85   |
| V3W1      | 1,61    | 2,61  | 4,22  | 2,11   |
| V3W2      | 1,58    | 2,58  | 4,16  | 2,08   |
| V3W3      | 1,02    | 2,02  | 3,04  | 1,52   |
| V1W4      | 1,30    | 2,30  | 3,60  | 1,80   |
| V4W1      | 1,36    | 2,36  | 3,72  | 1,86   |
| V4W2      | 1,94    | 2,94  | 4,88  | 2,44   |
| V4W3      | 1,22    | 2,22  | 3,44  | 1,72   |
| V4W4      | 1,42    | 2,42  | 3,84  | 1,92   |
| Total     | 23,76   | 38,76 | 62,52 | 31,26  |
| Rataan    | 1,48    | 2,42  | 3,91  | 1,95   |

Lampiran 12. Data Analisis Sidik Ragam Warna a\* Pada Tepung Beras

| SK        | db | JK     | KT     | F hit. | Ket | F.05  | F.01  |
|-----------|----|--------|--------|--------|-----|-------|-------|
| Perlakuan | 15 | 1,374  | 0,092  | 0,183  | tn  | 2,352 | 3,409 |
| V         | 3  | 0,074  | 0,025  | 0,049  | tn  | 3,239 | 5,292 |
| V Lin     | 1  | 0,098  | 0,098  | 0,195  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| V Kuad    | 1  | 0,002  | 0,002  | 0,004  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| V Kub     | 1  | 0,0003 | 0,0003 | 0,001  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| W         | 3  | 0,210  | 0,070  | 0,140  | tn  | 3,239 | 5,292 |
| W Lin     | 1  | 2,913  | 2,913  | 5,826  | *   | 4,494 | 8,531 |
| W Kuad    | 1  | 0,002  | 0,002  | 0,004  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| W Kub     | 1  | 0,035  | 0,035  | 0,069  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| V x W     | 9  | 1,091  | 0,121  | 0,242  | tn  | 2,538 | 3,780 |
| Galat     | 16 | 8,000  | 0,500  |        |     |       |       |
| Total     | 31 | 9,374  |        |        |     |       |       |

Keterangan: KK: 3%      \*: Nyata      tn: Tidak nyata

Lampiran 13. .Data Rataan Warna b\* pada Jenis Varietas Tepung Beras

| Perlakuan | Ulangan |        | Total  | Rataan |
|-----------|---------|--------|--------|--------|
|           | I       | II     |        |        |
| V1W1      | 5,69    | 6,69   | 12,38  | 6,19   |
| V1W2      | 5,62    | 6,62   | 12,24  | 6,12   |
| V1W3      | 5,49    | 6,49   | 11,98  | 5,99   |
| V1W4      | 5,41    | 6,41   | 11,82  | 5,91   |
| V2W1      | 5,54    | 6,54   | 12,08  | 6,04   |
| V2W2      | 5,52    | 6,52   | 12,04  | 6,02   |
| V2W3      | 5,38    | 6,38   | 11,76  | 5,88   |
| V3W4      | 5,55    | 6,55   | 12,10  | 6,05   |
| V3W1      | 5,93    | 6,93   | 12,86  | 6,43   |
| V3W2      | 5,93    | 6,93   | 12,86  | 6,43   |
| V3W3      | 5,42    | 6,42   | 11,84  | 5,92   |
| V1W4      | 5,23    | 6,23   | 11,46  | 5,73   |
| V4W1      | 5,52    | 6,52   | 12,04  | 6,02   |
| V4W2      | 5,36    | 6,36   | 11,72  | 5,86   |
| V4W3      | 5,52    | 6,52   | 12,04  | 6,02   |
| V4W4      | 5,96    | 6,96   | 12,92  | 6,46   |
| Total     | 89,07   | 105,07 | 194,14 | 97,07  |
| Rataan    | 5,57    | 6,57   | 12,13  | 6,07   |

Lampiran 14. Data Analisis Sidik Ragam Warna b\* Pada Tepung Beras

| SK        | db | JK     | KT     | F hit. | Ket | F.05  | F.01  |
|-----------|----|--------|--------|--------|-----|-------|-------|
| Perlakuan | 15 | 2,559  | 0,171  | 0,364  | tn  | 2,352 | 3,409 |
| V         | 3  | 0,118  | 0,039  | 0,084  | tn  | 3,239 | 5,292 |
| V Lin     | 1  | 0,098  | 0,098  | 0,208  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| V Kuad    | 1  | 0,002  | 0,002  | 0,005  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| V Kub     | 1  | 0,0003 | 0,0003 | 0,001  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| W         | 3  | 1,049  | 0,350  | 0,746  | *   | 3,239 | 5,292 |
| W Lin     | 1  | 2,913  | 2,913  | 6,215  | *   | 4,494 | 8,531 |
| W Kuad    | 1  | 0,002  | 0,002  | 0,005  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| W Kub     | 1  | 0,035  | 0,035  | 0,074  | tn  | 4,494 | 8,531 |
| V x W     | 9  | 1,393  | 0,155  | 0,330  | tn  | 2,538 | 3,780 |
| Galat     | 16 | 7,500  | 0,469  |        |     |       |       |
| Total     | 31 | 10,059 |        |        |     |       |       |

Keterangan: KK: 7%      \*: Nyata      tn: Tidak nyata

## Lampiran 15. Dokumentasi

