

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PATI RESISTEN DAN KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA TEPUNG SORGUM TERMODIFIKASI ULTRASONIKASI DAN GELOMBANG MIKRO

ASTRID FRANSISCA



**PROGRAM STUDI ILMU PANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**





PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Pati Resisten dan Karakteristik Fisikokimia Tepung Sorgum Termodifikasi Ultrasonikasi dan Gelombang Mikro” adalah karya saya sesuai arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2025

Astrid Fransisca
F2501211039



RINGKASAN

ASTRID FRANSISCA. Pati Resisten dan Karakteristik Fisikokimia Tepung Sorgum Termodifikasi Ultrasonikasi dan Gelombang Mikro. Dibimbing Oleh FERI KUSNANDAR dan DIAN HERAWATI.

Sorgum (*Sorghum bicolor* (L) Moench) merupakan tanaman serelia yang sumber karbohidrat, di samping juga mengandung protein, lemak, vitamin dan mineral. Komponen utama dari karbohidrat adalah pati yang tersusun dari amilosa dan amilopektin. Pati sorgum dapat dimodifikasi untuk meningkatkan kadar pati resistennya karena secara alami, kandungan pati resisten dalam pati sorgum relatif rendah. Pati resisten adalah fraksi pati yang tidak tercerna di usus halus dan dapat difermentasi di usus besar, yang memberikan manfaat kesehatan seperti menurunkan indeks glikemik makanan, memperbaiki kesehatan saluran pencernaan, dan berperan sebagai prebiotik.

Biji sorgum biasanya diolah menjadi tepung sorgum, yang memiliki kandungan amilosa tinggi dan dapat digunakan sebagai bahan baku pati resisten. Modifikasi pati untuk meningkatkan kadar pati dapat secara fisik, kimia, enzimatis, maupun kombinasinya. Metode ultrasonikasi dan gelombang mikro (microwave) merupakan metode modifikasi secara fisik untuk meningkatkan kadar pati resisten yang didasarkan pada kemampuannya mengubah struktur fisik dan kimia pati secara efisien tanpa memerlukan bahan kimia tambahan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh modifikasi ultrasonikasi secara tunggal pada suhu berbeda (30, 45 dan 60°C) selama 45 menit dan yang dikombinasikan dengan gelombang mikro dengan waktu berbeda (1,5, 3 dan 4,5 menit) terhadap kadar pati resisten dan sifat fisiko-kimia dari tepung sorgum termodifikasi yang dihasilkan. Sampel dianalisis kadar pati, amilosa, amilopektin, pati resisten, profil *pasting*, dan morfologi granula pati.

Pati resisten dalam tepung sorgum sebesar 5,41% bk. Modifikasi dengan ultrasonikasi meningkatkan kadar pati resisten sebesar (5,59-6,69%bk) dari tepung sorgum, yang semakin meningkat pada suhu yang lebih tinggi. Kombinasi modifikasi dengan ultrasonikasi (60°C, 45 menit) dengan gelombang mikro menghasilkan tepung sorgum dengan kadar pati resisten yang lebih tinggi (7,48-10,82%bk). Perlakuan ultrasonikasi pada suhu 60°C selama 45 menit yang dilanjutkan dengan pemanasan gelombang mikro selama 4,5 menit menghasilkan kadar pati resisten tertinggi, yaitu sebesar 10,82% (bk). Modifikasi ganda ini menurunkan kadar total pati, dengan komposisi komposisi amilosa dan amilopektin yang berubah (rasio kadar amilosa cenderung meningkat). Profil *pasting* menunjukkan penurunan signifikan dibandingkan dengan pati alami. Hasil pengamatan SEM memperlihatkan kerusakan permukaan granula yang ringan akibat perlakuan ultrasonikasi tunggal, dan kerusakan granula yang lebih intensif pada perlakuan kombinasi.

Kata Kunci : Sorgum, modifikasi fisik, pati resisten, ultrasonikasi, gelombang mikro

SUMMARY

ASTRID FRANSISCA. Resistant Starch and Physicochemical Characteristics of Sorghum Flour Modified by Ultrasonication and Microwave Treatment. Supervised by FERI KUSNANDAR and DIAN HERAWATI

Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) is a cereal crop that serves as a source of carbohydrates, and contains protein, fat, vitamins, and minerals. The main carbohydrate component is starch, which is composed of amylose and amylopectin. Sorghum starch can be modified to increase its resistant starch content, as its natural resistant starch levels are relatively low. Resistant starch is the fraction of starch that is not digested in the small intestine and is fermented in the large intestine, offering various health benefits such as lowering the glycemic index of foods, improving digestive health, and functioning as a prebiotic.

Sorghum grains are typically processed into flour, which has a high amylose content and can be used as a raw material for resistant starch production. Starch modification to increase resistant starch levels can be achieved through physical, chemical, enzymatic, or combined methods. Ultrasonication and microwave treatment are physical modification methods that have the potential to increase resistant starch content by altering the physical and chemical structure of starch efficiently without the use of chemical agents.

This study aimed to evaluate the effects of single ultrasonication at different temperatures (30°C, 45°C, and 60°C) for 45 minutes, as well as its combination with microwave heating for varying heating times (1.5; 3.0, and 4.5 minutes), on the resistant starch content and physicochemical properties of the modified sorghum flour. The samples were analyzed for total starch, amylose, amylopectin, resistant starch content, pasting profile, and starch granule morphology.

Native sorghum flour contained 5.41% resistant starch (dry basis). Ultrasonication increased the resistant starch content to 5.59–6.69% (dry basis), with higher temperatures resulting in greater increases. The combination of ultrasonication at 60°C for 45 minutes followed by microwave treatment yielded sorghum flour with even higher resistant starch levels, ranging from 7.48% to 10.82% (dry basis). The highest resistant starch content (10.82% dry basis) was obtained with ultrasonication at 60°C for 45 minutes followed by microwave heating for 4.5 minutes. This dual modification led to a decrease in total starch content and altered the amylose-to-amylopectin ratio, with a tendency toward increased amylose content. The pasting profile showed a significant decrease compared to native starch. Scanning Electron Microscopy (SEM) observations revealed mild surface damage to starch granules after single ultrasonication, and more extensive granule disruption following the combined treatment.

Keywords: Sorghum, physical modification, resistant starch, ultrasonication, microwave.



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PATI RESISTEN DAN KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA TEPUNG SORGUM TERMODIFIKASI ULTRASONIKASI DAN GELOMBANG MIKRO

ASTRID FRANSISCA

Tesis

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada Program Studi Ilmu Pangan**

**PROGRAM STUDI ILMU PANGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Tesis : Pati Resisten dan Karakteristik Fisikokimia Tepung Sorgum
Termodifikasi Ultrasonikasi dan Gelombang Mikro

Nama : Astrid Fransisca

NIM : F2501211039

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Feri Kusnandar, M.Sc.



Pembimbing 2:

Dr. Dian Herawati, STP., M.Si



Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Harsi D. Kusumaningrum

NIP 19640502 199303 2 004



Dekan Fakultas Teknologi Pertanian:

Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M.Agr

NIP 196105021986031002



Tanggal Ujian :

6 Agustus 2025

Tanggal Pengesahan:

14 Agustus 2025

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunianya-Nya sehingga tesis ini dapat diselesaikan. Adapun judul tesis ini adalah “Pati Resisten dan Karakteristik Fisikokimia Tepung Sorgum Termodifikasi Ultrasonikasi dan Gelombang Mikro”.

Ucapan terima kasih penulis berikan kepada para pembimbing Prof. Dr. Ir. Feri Kusnandar, M.Sc dan Dr. Dian Herawati, STP., M.Si yang telah membimbing dan memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Dr. Ing. Dase Hunaefi S.T.P., M. Food. St sebagai penguji luar komisi pembimbing dan Dr. Ir. Endang Prangdimurti, M.Si sebagai perwakilan program studi. Disamping itu ucapan terima kasih juga turut diucapkan kepada teknisi Laboratorium Instrumen Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Laboratorium Kimia dan Pilot Plant dan SEAFast Center, Laboratorium Pengembangan Balai Besar Perakitan dan Modernisasi Pascapanen Pertanian dan Laboratorium Pengujian Terpadu Pusat Pengembangan Hutan Bekelanjutan Badan Standardisasi Instrumen Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang telah membantu dalam pengumpulan data.

Ucapan terima kasih juga diberikan kepada pihak keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa. Terima kasih kepada teman-teman mahasiswa Program Studi Ilmu Pangan, khususnya Angkatan 2021 ganjil yang telah memberikan dukungan serta motivasi kepada penulis. Tidak lupa juga ucapan terima kasih ditujukan kepada BRMP Kementerian Pertanian yang telah memberikan dukungan beasiswa selama penulis menempuh pendidikan magister. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan kemajuan ilmu pengetahuan

Bogor, Agustus 2025

Astrid Fransisca

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4. Manfaat.....	3
1.5. Ruang Lingkup.....	3
1.6. Hipotesis.....	3
II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Sorgum.....	4
2.1 Pati Resisten.....	5
2.3 Modifikasi ultrasonikasi.....	6
2.4 Modifikasi Gelombang Mikro.....	9
2.5. Gelatinisasi Pati.....	12
2.6. Retrogradasi Pati.....	12
III METODOLOGI	13
3.1 Waktu dan Tempat.....	13
3.2 Alat dan Bahan.....	13
3.3. Tahapan Penelitian.....	13
3.3.1 Pembuatan Tepung Sorgum.....	13
3.3.2 Modifikasi Tepung Sorgum dengan ultrasonikasi.....	14
3.3.3 Modifikasi Tepung Sorgum dengan Ultrasonikasi dan Gelombang Mikro.....	14
3.3.4 Karakteristik Fisik.....	19
3.3.4.1 Profil <i>Pasting</i>	19
3.3.4.2 Permukaan Granula.....	19
3.3.5 Karakteristik Kimia.....	19
3.3.5.1 Kadar Air.....	19
3.3.5.2 Total Pati.....	19
3.3.5.3 Amilosa.....	20
3.3.5.3 Amilopektin.....	21
3.3.5.4 Pati Resisten.....	21



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

3.4. Analisis Data.....	22
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Tepung Sorgum Termodifikasi dengan Ultrasonikasi.....	23
4.2 Karakteristik Fisikokimia Tepung Sorgum Termodifikasi Ganda.....	25
4.2.1 Kadar Air, Pati, Amilosa dan Amilopektin.....	25
4.2.2 Profil <i>Pasting</i>	29
4.2.3 Permukaan Granula.....	31
V SIMPULAN DAN SARAN.....	34
4.1 Simpulan.....	34
4.2 Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA.....	35

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komposisi gizi mayor dan minor sorgum.....	4
Tabel 2. Modifikasi ultrasonikasi pada beberapa bahan pangan.....	7
Tabel 3. Modifikasi gelombang mikro pada beberapa bahan pangan.....	9
Tabel 4. Pengaruh ultrasonikasi terhadap kadar pati resisten tepung sorgum.....	23
Tabel 5. Pengaruh gelombang mikro setelah ultrasonikasi 60°C selama 45 menit.....	24
Tabel 6. Kandungan kimia pati sorgum alami dan dimodifikasi dengan ultrasonikasi dan kombinasi dengan gelombang mikro.....	25
Tabel 7. Profil <i>pasting</i> tepung sorgum yang dimodifikasi dengan ultrasonikasi dan kombinasinya dengan gelombang mikro	27
Tabel 8. Tabulasi keunggulan tepung sorgum yang dimodifikasi dengan ultrasonikasi dan kombinasinya dengan gelombang mikro	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Skema Umum Penelitian.....	16
Gambar 2. Skema Alur Tahap 1. Pembuatan Tepung Sorgum.....	17
Gambar 3. Skema Alur Penelitian Tahap 2 Modifikasi Ultrasonikasi.....	18
Gambar 4. Skema Alur Penelitian Tahap 3 Modifikasi Ultrasonikasi dan Gelombang Mikro.....	19
Gambar 5. Grafik Profil <i>Pasting</i> Tepung Sorgum alami, dimodifikasi ultrasonikasi dan kombinasinya dengan gelombang mikro	29
Gambar 6. Granula Tepung Sorgum.....	32



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Olahan SPSS Uji Annova, Duncan Pati Resisten.....	43
Lampiran 2. Data Olahan SPSS Uji Annova, Duncan Amilopektin.....	45
Lampiran 3. Data Olahan SPSS Uji Annova, Duncan Total Pati.....	45
Lampiran 4. Data Olahan SPSS Uji Annova, Duncan Amilosa.....	46
Lampiran 5. Data Olahan SPSS Uji Annova, Duncan Kadar Air.....	47
Lampiran 6. Data Olahan SPSS Uji Annova, Duncan <i>Peak Temperature</i>	47
Lampiran 7. Data Olahan SPSS Uji Annova, Duncan <i>Peak Viscosity</i>	48
Lampiran 8. Data Olahan SPSS Uji Annova, Duncan <i>Breakdown Viscosity</i>	48
Lampiran 9. Data Olahan SPSS Uji Annova, Duncan <i>Setback Viscosity</i>	49
Lampiran 10. Data Olahan SPSS Uji Annova, Duncan <i>Final Viscosity</i>	50

