

**INVESTIGASI PERISTIWA GELATINISASI PADA KENTANG
GRANOLA SELAMA PROSES *BLANCHING***

SKRIPSI

Oleh
SONIA TABITHA SILALAH



**PROGRAM STUDI S-1 TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2026**

INVESTIGASI PERISTIWA GELATINISASI PADA KENTANG
GRANOLA SELAMA PROSES *BLANCHING*

Oleh

SONIA TABITHA SILALAH
NIM: 23020122140143

Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknologi Pangan pada Program Studi S-1 Teknologi Pangan
Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro

PROGRAM STUDI S-1 TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2026

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sonia Tabitha Silalahi
N I M : 23020122140143
Program Studi : S-1 Teknologi Pangan

dengan ini menyatakan sebagai berikut:

1. Skripsi yang berjudul: **Investigasi Peristiwa Gelatinisasi Pada Kentang Granola Selama Proses *Blanching*** dan penelitian yang terkait dengan karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri.
2. Setiap ide atau kutipan dari karya orang lain berupa publikasi atau bentuk lainnya dalam skripsi ini, telah diakui sesuai dengan standar prosedur disiplin ilmu.
3. Penulis juga mengakui bahwa skripsi ini dapat dihasilkan berkat bimbingan dan dukungan penuh dari Pembimbing yaitu: **Setya Budi Muhammad Abduh, S.Pt., M.Sc., Ph.D.** dan **Lutfi Purwitasari, S.T.P., M.Sc.**

Apabila di kemudian hari dalam skripsi ini ditemukan hal-hal yang menunjukkan telah dilakukannya kecurangan akademik maka penulis bersedia gelar sarjana yang telah penulis dapatkan ditarik sesuai dengan ketentuan dari Program Studi S-1 Teknologi Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.

Semarang, Juni 2026

Penulis



Sonia Tabitha Silalahi

Mengetahui:

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

(Setya Budi Muhammad Abduh, S.Pt., M.Sc., Ph.D.)

(Lutfi Purwitasari, S.T.P., M.Sc.)

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : INVESTIGASI PERISTIWA
GELATINISASI PADA KENTANG
GRANOLA SELAMA PROSES
BLANCHING

Nama Mahasiswa : SONIA TABITHA SILALAH

Nomor Induk Mahasiswa : 23020122140143

Program Studi/Departemen : TEKNOLOGI PANGAN / PERTANIAN

Fakultas : PETERNAKAN DAN PERTANIAN

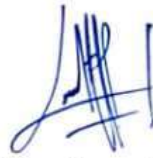
Telah disidangkan di hadapan Tim Penguji
Dan dinyatakan lulus pada tanggal ...18 JUN 2020...

Pembimbing Utama



Setya Budi Muhammad Abduh, S.Pt., M.Sc., Ph.D.

Pembimbing Anggota



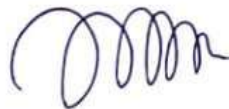
Lutfi Purwitasari, S.T.P., M.Sc.

Ketua Program Studi



Ahmad N. Al-Baarri, S.Pt., M.P., Ph.D.

Ketua Panitia Ujian Akhir Program



Swastika Dewi, S.T.P., M.Sc.

Dekan



Prof. Sugiharto S.Pt., M.Sc., Ph.D.

Ketua Departemen



Ahmad N. Al-Baarri, S.Pt., M.P., Ph.D.

RINGKASAN

SONIA TABITHA SILALAH. 23020122140143. 2026. Investigasi Peristiwa Gelatinisasi Pada Kentang Granola Selama Proses *Blanching*. (Pembimbing: **SETYA BUDI MUHAMMAD ABDUH** dan **LUTFI PURWITASARI**).

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) kultivar Granola merupakan salah satu komoditas pertanian yang banyak dibudidayakan dan dikonsumsi masyarakat Indonesia. Namun, karakteristik kadar air yang tinggi dan kandungan pati yang relatif rendah pada kentang Granola menjadikannya kurang ideal untuk diolah menjadi produk goreng berkualitas tinggi tanpa perlakuan *pre-treatment* yang tepat. Salah satu perlakuan *pre-treatment* yang umum diterapkan adalah *blanching*, yang dapat memengaruhi sifat fisikokimia kentang melalui peristiwa gelatinisasi pati. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik sifat fisikokimia kentang kultivar Granola yang meliputi tekstur, mikroskopis dan hidrolisis pati sehingga dapat digunakan sebagai acuan untuk modifikasi proses pengolahan kentang di kemudian hari.

Prosedur penelitian diawali dengan pencucian, pengupasan, dan pemotongan kentang kultivar Granola menjadi kubus seragam berukuran 1,3 cm × 1,3 cm × 1,3 cm. Sampel kemudian di-*blanching* menggunakan akuades dengan rasio air dan sampel 1:4 (v/b) pada suhu 90°C dengan variasi waktu 0, 1, 2, 3, 4, dan 5 menit. Pengujian parameter meliputi tekstur berupa nilai *hardness* (g) menggunakan *texture analyzer*, pengamatan mikroskopis menggunakan preparat segar dan preparat awetan dengan mikroskopi cahaya perbesaran 10× dan 40×, serta hidrolisis pati secara *in vitro* menggunakan enzim α -amilase dan glukamilase dengan kadar glukosa dibebaskan diukur melalui spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 550 nm. Setiap perlakuan dilakukan sebanyak empat kali ulangan untuk pengujian tekstur, dan tiga kali ulangan untuk pengujian hidrolisis pati. Data dianalisis menggunakan pendekatan pemodelan kinetika regresi linear dengan evaluasi nilai koefisien determinasi (R^2) serta disajikan secara deskriptif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kentang mentah, *blanching* 1, 2, 3, 4, dan 5 menit menunjukkan penurunan nilai *hardness* menjadi 1693,05 g; 705,90 g; 682,05 g; 612,00 g; 580,30 g; dan 394,90 g, penurunan total sel menjadi 50; 48; 46; 39; 35; dan 33 sel, peningkatan luas area sel menjadi 16.808,83; 13.369,85; 16.530,51; 23.779,59; 27.058,14; dan 34.413,88 μm^2 , serta peningkatan kadar glukosa hasil hidrolisis pati = 33,65; 37,87; 39,60; 40,85; 41,52; dan 45,47 mg/mL. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu *blanching* pada kentang kultivar Granola maka semakin menurun nilai kekerasan teksturnya, penurunan jumlah total sel, ukuran sel mengalami peningkatan, dan kadar glukosa yang dibebaskan mengalami peningkatan. Perubahan ketiga parameter tersebut secara konsisten menunjukkan bahwa gelatinisasi pati berlangsung semakin meningkat seiring bertambahnya waktu *blanching* pada kentang kultivar Granola.

KATA PENGANTAR

Kentang kultivar Granola merupakan salah satu komoditas hortikultura yang banyak dibudidayakan dan dikonsumsi masyarakat Indonesia sebagai bahan baku produk olahan pangan. Tingginya pemanfaatan kentang Granola mendorong perlunya pemahaman yang lebih mendalam mengenai karakteristik fisikokimia kultivar ini selama proses pengolahan, salah satunya melalui metode *blanching*. Penelitian mengenai perubahan sifat tekstur, mikroskopis, serta hidrolisis enzimatis pada kentang Granola selama proses *blanching* dilakukan sebagai upaya optimalisasi proses pengolahannya.

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat, karunia, dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan rangkaian proses penelitian dan penulisan skripsi berjudul “Investigasi Peristiwa Gelatinisasi Pada Kentang Granola Selama Proses *Blanching*” dengan baik. Skripsi ini disusun berdasarkan serangkaian kegiatan penelitian selama 8 bulan, mulai dari April 2025 hingga Desember 2025 di Laboratorium Kimia dan Gizi Pangan (KGP) dan Laboratorium Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian (RPHP) Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang. Tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik berkat dukungan, bimbingan, saran, ilmu, serta pengalaman yang sangat berharga bagi penulis dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Setya Budi Muhammad Abduh, S.Pt., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing utama dan Ibu Lutfi Purwitasari, S.T.P., M.Sc. selaku dosen pembimbing anggota atas segala dukungan, bimbingan, arahan, dan motivasi yang telah diberikan dengan penuh kesabaran selama proses penelitian hingga penyelesaian penulisan tugas akhir ini.
2. Prof. Sugiharto, S.Pt., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro yang telah memberikan izin, arahan, kesempatan, dan ilmu yang bermanfaat selama masa studi penulis sebagai mahasiswa S1-Teknologi Pangan Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.

3. Dr. Heni Rizqiati, S.Pt., M.Si. selaku Wakil Dekan Akademik dan Kemahasiswaan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro yang telah memberikan dukungan, izin, arahan, serta ilmu yang bermanfaat kepada penulis.
4. Bapak Ahmad N. Al-Baarri, S.Pt., M.P., Ph.D. selaku Ketua Departemen Pertanian, Kepala Program Studi S-1 Teknologi Pangan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro yang telah memberikan izin, dukungan, ilmu, arahan, masukan, dan semangat kepada penulis selama menjadi mahasiswa S-1 Teknologi Pangan.
5. Bapak Setya Budi Muhammad Abduh, S.Pt., M.Sc., Ph.D. selaku Koordinator Laboratorium Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian serta Drh. Siti Susanti, Ph.D. selaku Koordinator Laboratorium Kimia dan Gizi Pangan sekaligus Dosen Wali penulis yang telah memberikan izin, dukungan, ilmu, arahan, masukan, dan semangat kepada penulis selama menjadi mahasiswa S-1 Teknologi Pangan.
6. Bapak Indarto, A.Md. dan Mbak Nadya Annisa Perwitasari, S.P., selaku laboran Laboratorium Teknologi Pangan yang telah memberikan pendampingan, bantuan, dan arahan selama penulis melaksanakan kegiatan penelitian di laboratorium.
7. Bapak/Ibu dosen penguji dan panitia ujian akhir yang telah memberikan arahan, masukan, saran, dan ilmu selama keberjalanan proses penyusunan skripsi hingga pelaksanaan ujian akhir.
8. Seluruh dosen dan Staff Administrasi Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro yang telah memberikan ilmu, informasi, pengalaman, fasilitas pendukung, serta motivasi kepada penulis selama studi hingga selesai.
9. Semua anggota keluarga, khususnya kedua orang tua dan kakak penulis yang telah memberikan dukungan moral maupun materiel sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dan skripsi dengan baik.
10. Irene, Jennifer, Joey, Daniel, James, dan Mickael selaku sahabat-sahabat terkasih yang telah menjadi bagian penting dalam perjalanan penulis, serta

senantiasa memberikan perhatian, semangat, dan dukungan hingga skripsi ini dapat diselesaikan.

11. “OJOKS” Grace, Febe, Dina, Yosua dan Yung yang telah kebersamai dan memberikan dukungan selama masa perkuliahan.
12. Misyka dan Ayesha yang telah meluangkan waktu untuk menemani dan menyemangati penulis selama penyusunan skripsi.
13. Kak Kezia, Jesica, Zefanya, Dewi, Anne, Monic, Sekar, Kolya dan seluruh rekan PMK FPP 2022 yang telah setia menemani dalam suka maupun duka selama masa perkuliahan.
14. Adyaksa Wahyu Dyatmika, Azwa Safrina Wahyu Susilo, Bening Syaira Ramadhani, Dania Rahma Anandini, Deka Ingka Agustina, Laela Nurul Hidayah, Nanda Dwi Andriani, Rani Sofiani dan Rizki Nugraheni selaku rekan tim penelitian kentang yang selalu membantu dan mendukung penulis hingga akhir penelitian.
15. Semua teman-teman penulis, yang tidak bisa disebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan, semangat, motivasi, dan sebagai tempat bertukar cerita selama studi penulis hingga kini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran membangun dari pembaca sangat diharapkan sehingga penulis dapat menjadi lebih baik kedepannya. Penulis berharap hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi masyarakat.

Semarang, Juni 2026

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR ILUSTRASI.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan dan Manfaat.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Kentang.....	5
2.2. Kultivar Granola	8
2.3. <i>Blanching</i> pada Kentang.....	10
2.4. Gelatinisasi Pati	13
2.5. Tekstur	15
2.6. Tekstur Kentang.....	17
2.7. Mikrostruktur Kentang.....	18
2.8. Hidrolisis Pati	20
BAB III. MATERI DAN METODE	24
3.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian	24
3.2. Materi Penelitian	24
3.3. Metode Penelitian.....	25
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1. Tekstur	38
4.2. Citra Mikroskopis.....	42
	ix

4.3. Analisis Hidrolisis Pati	55
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN	60
5.1. Simpulan.....	60
5.2. Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN.....	69
RIWAYAT HIDUP	91

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Komposisi Kentang Mentah per 100 gram	7
2. Nilai <i>Hardness</i> Kentang Kultivar Granola dengan Beragam Waktu <i>Blanching</i> pada	38
3. Citra Mikroskopis Kentang Kultivar Granola dengan Beragam Waktu <i>Blanching</i> pada	44
4. Jumlah dan Luas Area Sel Kentang Kultivar Granola dengan Beragam Waktu <i>Blanching</i> pada Air Panas	50
5. <i>Glucose Release</i> Kentang Kultivar Granola dengan Beragam Waktu <i>Blanching</i> pada Air Panas.....	56

DAFTAR ILUSTRASI

Nomor	Halaman
1. Kentang Kultivar Granola.....	8
2. Diagram Alir Proses <i>Blanching</i> Kentang Granola	27
3. Diagram Alir Pengujian Mikroskopi Kentang Granola	31
4. Diagram Alir Pengujian Hidrolisis Pati Kentang Granola	34
5. Nilai Ln <i>Hardness</i> Kentang Kultivar Granola dengan Beragam Waktu <i>Blanching</i> pada Air Panas.....	39
6. Jumlah dan Luas Area Sel Kentang Kultivar Granola dengan Beragam Waktu <i>Blanching</i> pada Air Panas	51
7. <i>Glucose Release</i> Kentang Kultivar Granola dengan Beragam Waktu <i>Blanching</i> pada Air Panas.....	56

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Data Mentah Pengujian <i>Hardness</i> Kentang Kultivar Granola pada Mentah.....	69
2. Data Mentah Pengujian <i>Hardness</i> Kentang Kultivar Granola Setelah <i>Blanching</i> dengan Air Panas Selama 1 Menit	70
3. Data Mentah Pengujian <i>Hardness</i> Kentang Kultivar Granola Setelah <i>Blanching</i> dengan Air Panas Selama 2 Menit	71
4. Data Mentah Pengujian <i>Hardness</i> Kentang Kultivar Granola Setelah <i>Blanching</i> dengan Air Panas Selama 3 Menit	72
5. Data Mentah Pengujian <i>Hardness</i> Kentang Kultivar Granola Setelah <i>Blanching</i> dengan Air Panas Selama 4 Menit	73
6. Data Mentah Pengujian <i>Hardness</i> Kentang Kultivar Granola Setelah <i>Blanching</i> dengan Air Panas Selama 5 Menit	74
7. Grafik Data Mentah Pengujian <i>Hardness Blanching</i> Kentang Kultivar Granola Selama <i>Blanching</i> dengan Air Panas pada 0, 1, 2, 3, 4 dan 5 Menit	75
8. Data Olah Logaritma Natural (Ln) Pengujian <i>Hardness</i> Kentang Kultivar Granola Selama <i>Blanching</i> dengan Air Panas pada 0, 1, 2, 3, 4 dan 5 Menit	78
9. Data Olah Pengujian <i>Hardness</i> Kentang Kultivar Granola Selama <i>Blanching</i> dengan Air Panas pada 0, 1, 2, 3, 4 dan 5 Menit	79
10. Morfometri Sel Kentang Kultivar Granola Selama <i>Blanching</i> dengan Air Panas pada 0, 1, 2, 3, 4 dan 5 Menit.....	80
11. Data Pengujian Spektrofotometri.....	85
12. Data Hasil Kurva Standar Hidrolisis Pati	87
13. Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	88

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan salah satu komoditas pangan yang paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia dengan rata-rata tingkat produksi kentang sebesar 1.236.615,2 ton per tahun (Fatikasari *et al.*, 2024). Kentang jarang dikonsumsi dalam bentuk segar, melainkan melalui berbagai tahapan proses termal seperti kentang rebus, kentang panggang, kentang goreng, atau keripik kentang. Dari berbagai produk olahan tersebut, kentang goreng menjadi produk olahan yang paling banyak dikonsumsi secara global sehingga meningkatkan nilai ekonomi. Kentang Granola menjadi salah satu kultivar kentang yang banyak dibudidayakan di Indonesia yang memiliki karakteristik umbi berbentuk bulat, berwarna kuning serta memiliki produktivitas tinggi, ketahanan terhadap penyakit, dan umur panen yang relatif singkat (90 hari) (Adnan dan Karlina, 2022).

Varietas kentang Granola memiliki kadar air tinggi (>80 %), dan kadar pati relatif lebih rendah (16–18%), sehingga karakteristik kentang Granola tidak cocok untuk pengolahan karena kandungan bahan kering yang rendah, rentan terhadap penyakit bercak hitam, dan menghitam saat dimasak serta lebih cocok dikonsumsi sebagai sayuran (Arum *et al.*, 2022). Kentang Granola diklasifikasikan sebagai kentang berlilin (*waxy potato*) yang sangat cocok untuk pengolahan kentang sayur atau konsumsi rumah tangga. Kentang yang biasa digunakan sebagai kentang sayur

(*table consumption*) memiliki kandungan gula pereduksi yang tinggi dengan kadar bahan kering rendah ($< 20\%$), sehingga menghasilkan warna gelap dari reaksi Maillard dan tekstur yang kurang renyah saat digoreng (Islam *et al.*, 2022). Kondisi tersebut menjadikan kentang kultivar Granola rentan menghasilkan produk goreng dengan mutu warna dan tekstur yang tidak ideal.

Kentang Granola yang memiliki kadar air tinggi membutuhkan waktu penggorengan yang lebih lama untuk menguapkan kandungan air dari jaringan kentang hingga mencapai kerenyahan yang diinginkan (Perdani *et al.*, 2019). Namun, tingginya kandungan gula pereduksi pada kentang Granola memicu reaksi Maillard, yaitu reaksi pencokelatan non-enzimatis antara gula pereduksi dengan gugus amino yang menghasilkan senyawa melanoidin berwarna coklat. Reaksi Maillard dipengaruhi oleh kadar prekursor yang mengandung gula pereduksi (glukosa dan fruktosa) dan asparagin, sehingga kentang yang memiliki kandungan gula pereduksi yang tinggi dapat mengalami pencokelatan setelah penggorengan (Yang *et al.*, 2016). Reaksi Maillard yang berlebihan dapat berdampak negatif berupa hilangnya nilai gizi protein serta menurunkan mutu sensori, seperti cita rasa yang tidak diinginkan dan perubahan warna (El Hosry *et al.*, 2025).

Pengendalian reaksi Maillard pada kentang goreng dapat dilakukan dengan melalui perlakuan *blanching*. *Blanching* adalah perlakuan termal awal dalam proses pengolahan makanan yang dilakukan pada suhu tertentu dengan waktu relatif singkat, umumnya 1 hingga kurang dari 10 menit (Xiao *et al.*, 2017). *Blanching* digunakan untuk meningkatkan warna dan tekstur pada produk goreng serta dapat mengurangi penyerapan minyak melalui gelatinisasi pati pada permukaan,

sekaligus menurunkan kadar gula pereduksi melalui proses pelindian (*leaching*) sehingga mengurangi reaksi Maillard (Zhang *et al.*, 2018). Selain itu, *blanching* dapat menghaluskan permukaan melalui gelatinisasi pati, dan mengurangi pori-pori intraseluler melalui ekspansi sel yang saling mengisi celah antar sel (Ayele *et al.*, 2025). Gelatinisasi pati pada permukaan membentuk lapisan yang lebih padat sehingga mengurangi penyerapan minyak dan mendukung tekstur renyah, sementara penurunan gula pereduksi melalui *leaching* menekan laju reaksi Maillard sehingga warna produk goreng lebih cerah.

Selama proses *blanching* terjadi perubahan fisikokimia, salah satunya gelatinisasi pati yang memengaruhi sifat tekstur seperti kekerasan, kekenyalan, dan kelembutan. Proses gelatinisasi melibatkan difusi dan penyerapan air ke dalam daerah *amorf* sehingga menyebabkan granula pati pada sel parenkim membengkak, tekanan turgor dinding sel menurun dan kekuatan adhesi antar sel menurun, menyebabkan jaringan kentang menjadi lunak (Do *et al.*, 2020). Perubahan pada tekstur berkaitan erat dengan properti mikroskopis pada aspek visual. Properti mikroskopis pada jaringan kentang seperti, ukuran dan bentuk sel parenkim, serta komposisi dan ketebalan dinding sel yang memengaruhi tampilan tekstur kentang mentah dan setelah dimasak (Oblitas-Cruz *et al.*, 2023). Selain itu, *blanching* juga meningkatkan kerentanan pati terhadap proses hidrolisis. Gelatinisasi menyebabkan struktur granula pati menjadi terbuka dan tidak teratur, sehingga sifat resistensi terhadap hidrolisis enzim menjadi hilang (Alvani *et al.*, 2014).

Penelitian mengenai proses *blanching* pada kentang telah banyak dilakukan, namun umumnya berfokus pada varietas yang umum digunakan dalam industri

dengan kondisi optimal suhu rendah dan waktu lebih lama seperti pada rentang suhu 65–85°C selama 5–30 menit, serta lebih berfokus pada warna, penurunan kadar gula pereduksi, asparagin, dan akrilamida (Ngobese *et al.*, 2017; Zhang *et al.*, 2018). Kajian mengenai perubahan tekstur, mikroskopis, dan hidrolisis pati pada kultivar Granola yang banyak dibudidayakan di Indonesia masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memahami karakteristik fisikokimia kentang kultivar Granola selama proses *blanching* menggunakan air panas sebagai acuan optimasi pengolahan kentang kultivar ini di Indonesia.

1.2. Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh variasi waktu *blanching* pada air panas terhadap perubahan karakteristik kentang Granola yang meliputi sifat tekstur, perubahan struktur mikroskopis granula pati dan hidrolisis pati. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu dapat memberikan informasi dan mendapatkan bukti ilmiah mengenai karakteristik fisikokimia kentang kultivar Granola selama proses *blanching* yang dapat digunakan sebagai acuan dalam optimasi proses pengolahan kentang kultivar Granola sebagai perlakuan pendahuluan sebelum penggorengan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kentang

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan tanaman jenis umbi-umbian yang termasuk ke dalam famili *Solanaceae* dan menjadi salah satu komoditas hortikultura yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia. Tanaman kentang berasal dari wilayah pegunungan Andes di Peru, Amerika Selatan, dan telah menyebar ke berbagai belahan dunia, termasuk Indonesia. Di Indonesia, kentang tumbuh optimal di daerah dataran tinggi, pada ketinggian sekitar 1.000 hingga 2.500 m di atas permukaan laut (dpl) (Muhibuddin *et al.*, 2022). Pertumbuhan dan pembentukan umbi kentang memerlukan kondisi suhu yang relatif rendah, dengan suhu udara optimum berkisar antara 17–20°C dan suhu tanah sekitar 15–20°C. Suhu udara di atas 21°C dapat berdampak negatif terhadap pertumbuhan tanaman sedangkan suhu tanah yang lebih rendah mempercepat inisiasi dan meningkatkan jumlah kentang yang terbentuk, apabila suhu tanah di atas 18°C, terutama jika disertai suhu udara yang tinggi, dapat menurunkan hasil kentang (Muthoni dan Shimelis, 2020)

Secara global, terdapat lebih dari 4.000 varietas, tetapi hanya 100 varietas yang digunakan untuk komersial. Di Indonesia, kentang dibudidayakan dalam beragam kultivar kentang lokal yang ditanam yaitu, Granola, Atlantik, Tenggo, dan Kirana. Setiap kultivar memiliki karakteristik fisik dan kimia yang berbeda, sehingga dapat menghasilkan metode pengolahan pangan yang bervariasi.

Umumnya karakteristik kentang dapat dilihat dari segi morfologi, kimia, dan fungsional dalam pengolahan pangan. Karakteristik morfologis kentang terdiri dari bentuk, keteraturan bentuk, warna kulit, warna daging umbi, ukuran dan berat, serta tekstur kulit, yang sangat dipengaruhi oleh varietas dan kondisi lingkungan tumbuh (Hara-Skrzypiec *et al.*, 2018). Berdasarkan varietasnya, batang kentang dapat berbentuk segi empat dan segi lima dan panjangnya dapat mencapai 50 – 120 cm (Warnita *et al.*, 2019). Kentang segar mengandung sekitar 20% bahan kering yang 60–80% berupa pati, dengan 70–80% pati tersebut berupa amilopektin (Robertson *et al.*, 2018). Karakteristik kimia kentang terdiri dari kandungan gula pereduksi, pati, asam askorbat, serta senyawa bioaktif seperti total polifenol dan flavonoid, yang bervariasi tergantung pada varietas kentang serta berperan dalam mutu, stabilitas, dan perubahan selama proses pengolahan (Mareček *et al.*, 2016).

Kentang termasuk tanaman semusim serta dapat digunakan sebagai sumber karbohidrat atau makanan pokok pengganti selain nasi dan gandum. Kentang berfungsi sebagai antioksidan, antibakteri, antiinflamasi, antiobesitas, antikanker, dan antidiabetes (Xu *et al.*, 2023). Kentang memiliki kandungan pati yang tinggi menjadikannya sumber energi yang baik sehingga kentang menjadi opsi jika memerlukan asupan karbohidrat yang cepat diserap oleh tubuh. Kentang juga mengandung serat yang menjaga kesehatan sistem saluran pencernaan, sehingga sangat cocok untuk dikonsumsi oleh seluruh kalangan termasuk anak-anak dan orang dewasa. Kulit kentang mengandung serat yang relatif tinggi, yaitu sekitar $\pm$ 8–15 g/100 g bahan kering atau 2–3 kali lebih tinggi dibandingkan daging umbi

yang didominasi oleh selulosa dan hemiselulosa (Vescovo *et al.*, 2025). Komposisi kentang mentah per 100 gram dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kentang Mentah per 100 gram

Komponen	Jumlah
Energi (kal) ¹⁾	77
Protein (g) ¹⁾	2,1
Lemak (g) ¹⁾	0,10
Karbohidrat (g) ¹⁾	17,5
Kalsium (mg) ¹⁾	12
Serat (g) ¹⁾	2,1
Vitamin K (µg) ¹⁾	2,0
Vitamin B6 (mg) ¹⁾	0,298
Vitamin E (µg) ¹⁾	0,01
Vitamin C (mg) ¹⁾	19,7
Niasin (mg) ¹⁾	1,061
Zink (mg) ¹⁾	0,30
Fosfor (mg) ¹⁾	57
Tiamin (mg) ¹⁾	0,081
Riboflavin (mg) ¹⁾	0,032
Folat (µg) ¹⁾	15
Sodium (mg) ¹⁾	6
Kalium (mg) ¹⁾	425
Magnesium (mg) ¹⁾	23
Zat besi (mg) ¹⁾	0,81

¹⁾Robertson *et al* (2018)

Sebelum dikonsumsi kentang perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Kentang diaplikasikan secara luas dalam skala rumah tangga maupun industri pangan, diolah melalui berbagai metode seperti perebusan, pemanggangan, atau penggorengan untuk dijadikan aneka hidangan dan produk makanan ringan. Pada skala industri pangan, kentang dimanfaatkan sebagai bahan baku berbagai produk olahan, seperti kentang goreng, keripik kentang, tepung kentang, pati, dan berbagai produk olahan lainnya (Hu *et al.*, 2025). Metode pengolahan kentang dapat disesuaikan dengan kultivar yang cocok dengan metode pengolahan yang

digunakan. Proses termal pada kentang dapat memicu berbagai perubahan fisik dan kimia, termasuk gelatinisasi pati.

2.2. Kultivar Granola

Salah satu kultivar kentang yang banyak dibudidayakan dan dimanfaatkan di Indonesia adalah Granola. Kultivar Granola awalnya merupakan hasil introduksi dari Jerman, namun sejak tahun 1993 telah mendominasi pasar Indonesia dengan area produksi mencapai 90–100 % (Saadah *et al.*, 2023). Kentang Granola banyak diminati oleh petani karena memiliki umur panen relatif singkat, yaitu sekitar 90–100 hari, serta ketahanan yang baik terhadap berbagai penyakit tanaman. Kentang Granola umumnya dibudidayakan di daerah dataran tinggi dan dimanfaatkan terutama sebagai kentang konsumsi rumah tangga atau kentang sayur. Varietas kentang Granola memiliki umbi berbentuk oval memendek atau lonjong dengan mata tunas dangkal, kulit umbi bertekstur sedang, warna kulit dan pangkal mata tunas kuning, serta daging umbi berwarna kuning hingga kuning muda yang relatif pucat (Ismadi *et al.*, 2021).



Ilustrasi 1. Kentang Kultivar Granola

Sumber: Ismadi *et al.*, 2021

Kentang Granola mengandung kadar air yang tinggi yaitu sebanyak 82,30%, kadar pati 6,67 %, berat kering 17,70% dan kadar gula pereduksi sebanyak 0,12% (Asgar, 2013). Tingginya kadar air dan rendahnya kandungan pati menjadikan kentang Granola pilihan ideal untuk produk olahan yang membutuhkan tekstur lunak setelah dimasak, seperti kentang kukus, kentang rebus, sup, perkedel, *mashed potato*, dan produk beku siap saji. Karakteristik tersebut menyebabkan kentang Granola kurang cocok untuk produk komersial yang cenderung membutuhkan tekstur renyah dan kering, seperti keripik kentang atau produk goreng dengan tingkat kekerasan tinggi. Berdasarkan karakteristik tersebut, kentang Granola diklasifikasikan sebagai kentang berlilin (*waxy potato*) atau kentang dengan kandungan pati rendah. Berbeda dengan kentang bertepung (*mealy*) yang memiliki kandungan pati tinggi dan menghasilkan tekstur kering setelah dimasak, kentang berlilin (*waxy*) seperti Granola dicirikan oleh kadar air yang lebih tinggi dan kandungan pati yang lebih rendah, sehingga menghasilkan tekstur yang lebih lembap dan kenyal (Van Der Sman dan Schenk, 2024).

Kentang dengan sifat tekstur *waxy* umumnya memiliki kadar air yang tinggi sehingga lebih sesuai untuk metode pengolahan berbasis air panas, seperti perebusan dan pengukusan. Sel kentang tipe *waxy* cenderung lebih mudah melepaskan air yang terikat lemah selama proses pengunyahan, sehingga menciptakan sensasi lebih berair atau lembap (Répás *et al.*, 2025). Varietas kentang bertekstur *waxy* dikenal memiliki tekstur yang elastis, kenyal, serta mampu mempertahankan bentuk umbi setelah pemasakan, sehingga tidak mudah hancur selama perlakuan panas. Selain itu, secara mikroskopis, butiran pati pada kentang

bertekstur *waxy* berbentuk poligonal tajam serta ukuran granula yang relatif besar dan seragam (42,1–49,7 μm), yang akan berperan terhadap sifat tekstur yang lebih kenyal dan mempertahankan bentuk selama proses pengolahan (Wang *et al.*, 2025).

Secara kimia, pati kentang Granola tersusun atas dua fraksi utama, yaitu amilosa dan amilopektin, dengan rasio amilosa yang relatif rendah. Perbandingan kedua fraksi ini dapat mempengaruhi kekerasan dan tingkat kerenyahan. Rendahnya kandungan amilosa menyebabkan berkurangnya kemampuan pati dalam membentuk ikatan antarrantai yang berfungsi memperkuat struktur granula, sehingga granula pati menjadi lebih mudah terhidrasi dan mengalami pembengkakan selama pemanasan (Vamadevan dan Bertoft, 2020). Sebaliknya, pengaruh amilopektin yang bercabang menghasilkan struktur granula yang lebih fleksibel dan memungkinkan terjadinya pembengkakan secara meluas tanpa kerusakan awal pada tahap awal gelatinisasi. Selama proses gelatinisasi, amilopektin umumnya tetap berada di dalam granula, sedangkan amilosa cenderung berdifusi keluar dan berkontribusi terhadap pelemahan struktur granula pati (Ji *et al.*, 2017). Pada pati dengan kandungan amilosa rendah, difusi amilosa berlangsung lebih terbatas sehingga integritas granula relatif lebih terjaga meskipun terjadi pembengkakan, yang pada akhirnya menghasilkan tekstur produk yang lebih lunak dan kurang keras serta menurunkan tingkat kerenyahan setelah perlakuan panas.

2.3. *Blanching* pada Kentang

Blanching merupakan proses pemanasan awal yang dilakukan pada bahan pangan dalam waktu singkat sebelum dilakukan pengolahan lebih lanjut seperti

pembekuan, pengalengan, atau pengeringan. *Blanching* bertujuan untuk menginaktivasi enzim pencoklatan, seperti polifenol oksidase (PPO) dan peroksidase (POD), melunakkan tekstur jaringan bahan pangan, melarutkan gula pereduksi dan mengurangi kontaminasi mikroorganisme, dan memperbaiki karakteristik sensori bahan pangan seperti menghilangkan aroma dan rasa yang tidak diinginkan sebelum proses pengolahan lanjutan (Xiao *et al.*, 2017). *Blanching* pada kentang dapat mempengaruhi sifat fisik pati kentang melalui proses hidrasi pati dan proses gelatinisasi (Yadav *et al.*, 2023). *Blanching* dilakukan dengan cara memanaskan bahan selama waktu dan suhu tertentu bergantung pada jenis produk, kondisi dan ukuran produk yang diolah, kemudian dilakukan pendinginan cepat atau langsung dipindahkan ke tahap pemrosesan berikutnya. *Blanching* dilakukan pemanasan dalam air panas atau uap pada suhu mendekati titik didih, sekitar 60–100°C selama 30 hingga 150 detik (Popalia dan Kumar, 2021).

Perlakuan *blanching* pada kentang memiliki peran penting sebagai tahap *pretreatment* sebelum penggorengan, terutama dalam mengendalikan potensi produk akhir. Pencokelatan non-enzimatis pada kentang goreng dihasilkan dari reaksi *Maillard*, yaitu reaksi antara gula pereduksi dengan asam amino bebas yang berlangsung pada suhu tinggi (El Hosry *et al.*, 2025). Gula pereduksi seperti glukosa dan fruktosa, serta asparagin sebagai asam amino utama, berperan sebagai prekursor yang menentukan intensitas reaksi tersebut. Perlakuan *blanching* pada suhu 65–85°C selama 2–10 menit mampu menurunkan kadar gula pereduksi dan asparagin yang dapat mengurangi pembentukan akrilamida hingga 61,3% pada keripik kentang (Zhang *et al.*, 2018). Penurunan kedua prekursor tersebut terjadi

karena paparan panas menyebabkan membran sel menjadi permeabilitas meningkat, sehingga senyawa-senyawa larut air di dalam jaringan kentang dapat berdifusi keluar menuju medium *blanching* (Moscetti *et al.*, 2019). Oleh karena itu, semakin lama durasi *blanching*, semakin besar pengurangan kadar prekursor reaksi *Maillard* yang dapat dicapai.

Secara umum, metode *blanching* dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu air panas (*hot water*), uap (*steam*), dan *microwave*. *Water blanching* merupakan metode pengolahan termal yang dilakukan dengan cara merendam bahan pangan ke dalam air panas pada suhu 80–98°C dalam waktu singkat tergantung karakteristik bahan (Kim *et al.*, 2020). Metode ini paling banyak digunakan karena sederhana, murah, dan mudah diterapkan baik pada kalangan rumah tangga maupun industri. Metode ini memiliki keterbatasan berupa kehilangan nutrisi dan senyawa yang mudah larut dalam air serta degradasi termal, pelunakan tekstur berlebihan serta perubahan struktur jaringan akibat gelatinisasi pati dan kerusakan dinding sel, penyerapan air yang menurunkan kekompakan dan mutu sensori, seperti warna, tekstur, aroma, dan rasa, serta rendahnya efisiensi energi dan tingginya volume limbah cair mengandung konsentrasi tinggi zat fisikokimia yang berpotensi berdampak pada aspek lingkungan dan keberlanjutan proses (Xiao *et al.*, 2017).

Steam blanching menggunakan uap air panas sebagai media pemanasan dengan kontak langsung terhadap air yang relatif lebih sedikit. Metode ini dapat mempertahankan kandungan nutrisi dan menginaktivasi enzim, namun memiliki keterbatasan berupa konsumsi energi yang relatif tinggi, penetrasi panas yang lambat dan kurang merata, serta potensi kehilangan massa bahan akibat pemanasan

berlebih pada lapisan permukaan yang dapat menurunkan konsistensi mutu produk (Alenyorege, 2025). *Microwave blanching* memanfaatkan gelombang mikro untuk menghasilkan pemanasan secara cepat dan merata langsung dari dalam jaringan bahan pangan, sehingga waktu proses menjadi lebih singkat dan kehilangan nutrisi lebih rendah. Namun, penerapan metode ini masih terbatas pada skala industri di Indonesia karena keterbatasan biaya investasi, ketersediaan teknologi, serta kendala dalam pengendalian keseragaman pemanasan (Nguyen *et al.*, 2019).

2.4. Gelatinisasi Pati

Gelatinisasi merupakan proses perubahan struktur granula pati akibat pemanasan di atas suhu kritis dengan keberadaan air yang cukup, yang ditandai dengan penyerapan air dan pembengkakan granula, sehingga terjadi transisi fase *irreversibel* berupa hidrasi dan pembengkakan daerah *amorf* akibat melemahnya ikatan hidrogen (Yan *et al.*, 2021). Proses gelatinisasi menyebabkan hidrasi awal pada daerah kaya amilosa, serta perenggangan dan kerusakan daerah kristalin amilopektin, sehingga pati bertransisi dari struktur teratur menjadi keadaan tidak teratur (*amorf*) dan sebagian molekulnya terdispersi dalam air. Aspek-aspek utama dalam proses gelatinisasi, seperti melemahnya interaksi antarmolekul di dalam granula pati yang menyebabkan kerusakan lamela kristalin dan penataan ulang struktur molekuler pati menjadi kondisi yang lebih tidak teratur dan terhidrasi (reorganisasi struktural) (Zhang *et al.*, 2025). Setelah proses tergelatinisasi sepenuhnya, granula pati mengalami struktur berpori akibat terputusnya ikatan

hidrogen, disertai hilangnya struktur heliks ganda dan keteraturan kristal ketika proses pengeringan cepat pada suhu tinggi (Xu *et al.*, 2021).

Setiap metode pemanasan memengaruhi tingkat gelatinisasi secara berbeda, yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kelembapan, suhu, dan durasi pengolahan. Proses *blanching* memaksimalkan penyerapan air, sehingga mendorong terjadinya gelatinisasi pati secara lengkap, sedangkan pengukusan menghasilkan tingkat gelatinisasi yang lebih rendah karena terbatasnya kontak langsung dengan air. Proses gelatinisasi umumnya pada suhu antara 60°C dan 100°C, dengan kisaran optimal 90°C hingga 95°C untuk mencapai gelatinisasi yang efisien dan meminimalkan risiko degradasi, sementara pemanasan yang terlalu lama dari 30 menit dapat menurunkan sifat fungsional pati (Yang *et al.*, 2025). Pengaruh kandungan air terhadap gangguan butiran pati selama pemanasan juga bergantung pada suhu pemanasan. Pada kondisi pemanasan dengan ketersediaan air terbatas, molekul air yang diserap oleh granula pati mengikat erat dan tidak bergerak selama pemanasan, sehingga gangguan terhadap struktur kristalin pati menjadi minimal, sedangkan pada kondisi air berlebih, sebagian air terikat lebih lemah dan dapat bermigrasi di dalam granula selama pemanasan sehingga menyebabkan disrupti kristalin yang lebih lanjut (Liu *et al.*, 2019).

Peristiwa gelatinisasi menyebabkan perubahan pada struktur pada kentang. Pembengkakan granula pati yang terperangkap di dalam sel parenkim akibat penyerapan air selama pemanasan menyebabkan tekanan pembengkakan mendorong dinding sel ke arah luar, sehingga sel menjadi lebih besar dan bulat, tekanan turgor dinding sel menurun, dan kekuatan adhesi antar sel parenkim

berkurang yang pada akhirnya mengakibatkan pelunakan jaringan kentang (Do *et al.*, 2020). Pembengkakan ini menyebabkan granula pati berubah dari bentuk alaminya yang oval atau bulat menjadi tidak beraturan. *Blanching* pada suhu 90 °C, struktur granula pati terganggu sepenuhnya sehingga granula menyatu dan tidak ada independen yang dapat diamati, sehingga menunjukkan bahwa granula pati sepenuhnya mengalami gelatinisasi (Tian *et al.*, 2018). Gelatinisasi memicu pati menjadi lebih rentan terhadap hidrolisis enzimatis. Perlakuan panas menyebabkan ikatan hidrogen terputus secara bertahap di dalam granula pati, sehingga enzim lebih mudah masuk dan menghidrolisis polimer pati (Teng *et al.*, 2025).

2.5. Tekstur

Tekstur merupakan salah satu parameter sensoris penting dalam penilaian mutu pangan, baik dalam kondisi mentah maupun setelah pengolahan. Tekstur mencerminkan respon mekanik jaringan pangan terhadap gaya eksternal, meliputi sifat-sifat seperti kekerasan, kekenyalan, kohesivitas, dan elastisitas. Sifat tekstur, kandungan nutrisi, warna, dan rasa berperan penting dalam membentuk karakteristik sensorik yang mempengaruhi tingkat preferensi, penerimaan, dan kesukaan konsumen dalam suatu produk pangan (Nath *et al.*, 2023). Sifat tekstur berkaitan dengan komposisi makanan, konfigurasi mikroskopis dan makroskopis, sehingga berkontribusi terhadap kualitas dan keamanan makanan. Pentingnya tekstur dalam produk makanan adalah sebagai atribut sensoris utama yang menentukan palatabilitas, mengendalikan proses oral seperti pengunyahan dan pembentukan bolus, memengaruhi keamanan proses menelan, serta berperan besar

dalam tingkat penerimaan, kesukaan, dan penolakan konsumen terhadap suatu produk pangan (Nishinari *et al.*, 2024). Secara sensoris, tekstur dipersepsikan oleh di otak melalui sinyal yang diterima oleh berbagai reseptor sensoris selama proses konsumsi di dalam rongga mulut.

Pengukuran tekstur umumnya dilakukan menggunakan *texture profile analyzer* (TPA) untuk mengevaluasi karakteristik mekanik bahan pangan melalui uji kompresi ganda (*double compression test*) yang dirancang untuk meniru proses mastikasi di dalam rongga mulut. Dibandingkan metode sensorik, TPA memberikan hasil yang lebih objektif, konsisten, dan mudah direproduksi, sehingga banyak diterapkan dalam penelitian ilmiah, pengembangan produk, serta pengendalian mutu di industri pangan. Prinsip metode ini adalah menekan sampel menggunakan probe pada kecepatan dan jarak tertentu sehingga dihasilkan kurva gaya waktu atau gaya deformasi yang merepresentasikan respons fisik bahan terhadap gaya eksternal (Khule *et al.*, 2024).

Karakteristik mekanik yang diukur melalui TPA merepresentasikan sifat fisik bahan pangan yang muncul akibat struktur internalnya dan dievaluasi secara objektif berdasarkan respons deformasi, disintegrasi, dan aliran bahan terhadap gaya yang dinyatakan dalam fungsi massa, waktu, dan jarak (Srilakshmi, 2020). Dari kurva tersebut dapat ditentukan berbagai parameter tekstur penting, antara lain *hardness*, *cohesiveness*, *springiness*, *adhesiveness*, *gumminess*, *chewiness*, dan *resilience*, yang masing-masing menggambarkan sifat struktural dan kekuatan ikatan internal bahan pangan. Hasil pengukuran TPA sangat dipengaruhi oleh

kondisi pengujian seperti persiapan dan ukuran sampel, jenis probe yang digunakan, kecepatan kompresi, serta tingkat deformasi selama pengujian.

2.6. Tekstur Kentang

Perbedaan varietas kentang memiliki variasi sifat fisik dan kimia, seperti kadar bahan kering, dan kandungan pati yang berpengaruh terhadap kualitas dan tekstur produk olahan. Varietas dengan bahan kering yang lebih tinggi cenderung menghasilkan tekstur produk yang lebih baik setelah proses pengolahan (Ndungutse *et al.*, 2019). Bahan kering (*dry matter*) menjadi salah satu faktor utama yang menentukan tekstur kentang, karena sebagian besar bahan kering umbi tersusun atas pati yang dapat mencapai sekitar 75% dari total komposisinya. Kandungan pati yang tinggi, dapat meningkatkan tingkat gelatinisasi selama proses pemanasan, sehingga menghasilkan struktur jaringan yang lebih kompak dan kuat serta memperbaiki karakteristik tekstur produk olahan kentang (Bandana *et al.*, 2016).

Tekstur kentang juga dipengaruhi suhu gelatinisasi karena pati kentang dicirikan oleh suhu gelatinisasi yang relatif rendah dan peningkatan viskositas yang cepat, namun karakteristik ini sangat bervariasi antar varietas (Hu *et al.*, 2024). Selain itu, metode pemasakan dan ukuran butiran pati berperan dalam perubahan tekstur, karena proses pemasakan secara bertahap menurunkan kekerasan, kekenyalan, dan daya rekat umbi, sementara ukuran butiran pati yang lebih kecil berkontribusi terhadap tekstur yang lebih padat dan seragam. Tingkat gelatinisasi dapat dipengaruhi oleh setiap metode pemanasan secara berbeda, yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kelembapan, suhu, dan waktu pengolahan (Yang *et al.*,

2025). Metode dengan air panas dapat memaksimalkan penyerapan air ke dalam jaringan kentang sehingga mendorong gelatinisasi pati secara lebih menyeluruh, sedangkan pengukusan dengan pemanasan uap menghasilkan tingkat gelatinisasi yang relatif lebih terbatas karena kontak langsung dengan air lebih sedikit.

Proses *blanching* pada kentang mendorong terjadinya gelatinisasi pati melalui penyerapan air oleh granula pati di dalam sel parenkim dan akan mengalami pembengkakan secara bertahap seiring meningkatnya suhu dan waktu pemanasan. Pembengkakan granula pati menyebabkan tekanan turgor pada dinding sel menurun dan kekuatan adhesi antar sel parenkim berkurang, sehingga jaringan kentang mengalami pelunakan (Do *et al.*, 2020). Gelatinisasi pati mengakibatkan perubahan pada susunan struktur granula pati yang menyebabkan struktur kristalin yang teratur menjadi matriks amorf berpori akibat putusnya ikatan hidrogen dan hilangnya bias ganda (*birefringence*) (Xu *et al.*, 2021). Perubahan tekstur kentang juga dipengaruhi oleh integritas pektin pada lamela tengah yang berfungsi sebagai perekat antar sel parenkim. Pektin dengan kandungan gugus metil ester rendah mampu membentuk ikatan silang dengan ion kalsium (Ca^{2+}) sehingga adhesi antar sel terjaga, namun pada suhu *blanching* yang tinggi, pektin mengalami pelarutan (*solubilization*) yang mendegradasi lamela tengah dan penyebab pemisahan sel (*cell separation*) sehingga jaringan kentang semakin melunak (Van Der Sman dan Schenk, 2024).

2.7. Mikrostruktur Kentang

Mikroskop merupakan metode visualisasi yang digunakan untuk mengamati struktur mikroskopis dari suatu sampel yang tidak dapat diamati dengan mata

telanjang, sehingga dapat menganalisis perubahan sifat fisik, tekstur, warna, serta karakteristik struktural bahan pangan. Pengamatan struktur granula pati kentang umumnya dilakukan menggunakan mikroskop cahaya (*Light Microscopy*), yang dapat mengamati visual struktur granula pati dan jaringan sel. Prinsip kerja mikroskop cahaya memanfaatkan cahaya tampak untuk mengamati spesimen yang ditempatkan di bawah lensa pembesar, sehingga metode ini tergolong sederhana dalam mengamati dan membedakan granula pati kentang secara jelas pada perbesaran 40× dengan risiko kerusakan foto yang minimal (Jagadeesan *et al.*, 2020). Melalui metode ini, karakteristik morfologi dasar granula pati seperti ukuran dan bentuk dapat diamati. Granula pati kentang memiliki bentuk bulat atau oval dan tersusun cincin konsentris lapisan *amorf* dan kristalin dari heliks amilosa dan amilopektin yang berasal dari hilum. Granula pati berukuran besar dengan ukuran sekitar 100 µm ditemukan pada umbi-umbian seperti kentang (Fuentes *et al.*, 2019).

Selama proses *blanching*, pemanasan suhu yang cukup tinggi (55–80 °C) dalam keberadaan air menyebabkan granula pati menyerap air dan mengalami pembengkakan, sehingga granula pati kentang mengalami perubahan ukuran dan bentuk yang bersifat *irreversibel* selama proses pengolahan akibat terjadinya gelatinisasi (Goderis *et al.*, 2022). Selain itu, *blanching* juga memicu perubahan mikrostruktur, seperti ukuran sel, bentuk, adhesi antar sel melalui lamela tengah, dan ketebalan serta kekuatan dinding sel (Pang *et al.*, 2025). Perlakuan *blanching* mengakibatkan gelatinisasi, granula pati hancur dan membentuk struktur menyerupai struktur sarang lebah (*honeycomb*) (Xu *et al.*, 2022). Perubahan-perubahan tersebut dapat diamati secara langsung melalui pengamatan mikroskopis

terhadap irisan jaringan kentang sebelum dan sesudah *blanching*, seperti bentuk dan diameter granula pati. Peningkatan diameter granula menjadi indikator awal gelatinisasi, sedangkan hilangnya batas granula dan pecahnya granula menunjukkan terjadinya gelatinisasi lanjut.

2.8. Hidrolisis Pati

Pati merupakan polisakarida yang menjadi komponen utama karbohidrat suatu bahan pangan nabati yang berperan sebagai sumber energi bagi manusia. Pati tersusun dalam bentuk butiran-butiran kecil yang dikenal sebagai granula. Granula pati memiliki dua komponen utama, yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan polimer glukosa yang tersusun dari rantai linear dengan unit glukosa yang saling terhubung oleh ikatan α -1,4 glikosidik, sedangkan amilopektin memiliki susunan molekul yang lebih kompleks berupa rantai bercabang dengan ikatan α -1,4 pada rantai utama dan α -1,6 glikosidik pada titik percabangan. Rasio amilosa dan amilopektin sangat bervariasi tergantung pada sumber pati, seperti jenis dan varietas tanaman atau buah, serta kondisi pertumbuhan (Lemos *et al.*, 2019). Rasio amilosa dan amilopektin dalam pati dapat mempengaruhi peningkatan stabilitas granula dan ketahanan termal, membatasi pembengkakan dan kelarutan, mempercepat retrogradasi (rekristalisasi saat pendinginan), serta membentuk pati resisten, mengurangi daya cerna (Asiamah *et al.*, 2026).

Hidrolisis pati adalah proses pemecahan atau penguraian ikatan glikosidik (α -1,4 dan α -1,6) pada penyusun rantai polisakarida pati (amilosa dan amilopektin) pada molekul amilum menjadi bagian-bagian karbohidrat yang lebih sederhana,

seperti dekstrin, oligosakarida, maltosa, dan glukosa. Proses hidrolisis pati dapat dilakukan dengan menggunakan katalis biologis (enzimatis) atau kimiawi (asam). Proses penggunaan asam relatif lebih mudah karena tidak dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kondisi substrat, suhu tinggi, maupun pH asam, serta dilakukan melalui pemanfaatan asam untuk memutus rantai pati secara acak, sedangkan penggunaan enzimatis lebih ramah lingkungan karena memanfaatkan aktivitas enzim yang bekerja secara spesifik dalam memutus rantai pati pada titik percabangan tertentu (Ega, 2023). Faktor-faktor yang mempengaruhi hidrolisis pati meliputi struktur pati seperti, morfologi dan ukuran granula, susunan dan kerapatan polimer pati di dalam granula, tipe dan derajat kristalinitas (A-, B-, atau C-type), rasio amilosa dan amilopektin, serta non-pati seperti protein dan lipid, selain itu kondisi amilolisis seperti konsentrasi dan jenis substrat, sumber dan konsentrasi enzim, keberadaan enzim pendukung, waktu reaksi, serta kondisi eksperimental lainnya seperti suhu inkubasi, pH, dan intensitas pengadukan (Wang *et al.*, 2022).

Hidrolisis pati menjadi glukosa merupakan proses enzimatik yang dapat dilakukan secara *in vitro* dengan menggunakan enzim tertentu, sehingga laju hidrolisis pada kondisi standar, dapat berfungsi sebagai indikasi potensi daya cerna pati dalam tubuh. Berbagai jenis enzim untuk hidrolisis enzimatis seperti glukosidase, isoamilase, glikosil-transferase, β -amilase, glukoamilase dan α -amilase (Wang *et al.*, 2022). Dalam proses hidrolisis enzimatis, enzim α -amilase memutus ikatan α -1,4 glikosidik pada rantai panjang pati menghasilkan rantai-rantai pendek berupa oligosakarida dan dekstrin, yang selanjutnya dihidrolisis oleh enzim glukoamilase dari ujung non-pereduksi hingga terbentuk monomer glukosa

bebas sebagai produk akhir yang dapat dimanfaatkan tubuh sebagai sumber energi (Zhang *et al.*, 2024). Enzim α -amilase dapat menghidrolisis polimer glukosa pada rentang suhu sekitar 30–110 °C dan pH tertentu, sedangkan glukoamilase dapat menghidrolisis oligosakarida pada kisaran suhu 3,5–100 °C, serta rentang pH yang bervariasi, sehingga penentuan kondisi optimum menjadi faktor penting setiap reaksi enzimatik (Abduh *et al.*, 2023).

Proses hidrolisis enzimatik meliputi tahapan gelatinisasi, likuifaksi, dan sakarifikasi. Proses hidrolisis enzimatik pati diawali dengan gelatinisasi, yaitu pemanasan pati dalam keberadaan air hingga suhu gelatinisasi yang menyebabkan suspensi pati, penyerapan air secara bertahap dan pembengkakan granula pati. Gelatinisasi bertujuan untuk memutus ikatan hidrogen dalam pati dan merusak struktur kristalin pati sehingga rantai polisakarida menjadi lebih terbuka dan mudah diakses oleh enzim amilase dalam menghidrolisis ikatan α -glikosidik menjadi monomer glukosa. Tahap likuifaksi melibatkan enzim α -amilase yang menghidrolisis ikatan α -1,4-glikosidik untuk menurunkan viskositas dan oligosakarida atau dekstrin berantai pendek (Megavitry dan Nurhijrah, 2019). Tahap sakarifikasi adalah tahap pemecahan gula kompleks menjadi gula sederhana dengan bantuan enzim glukoamilase yang bersifat *exo-acting* melalui hidrolisis dekstrin dengan melepaskan unit glukosa dari ujung non-reduksi sehingga terbentuk gula sederhana, terutama glukosa (Li *et al.*, 2019).

Gelatinisasi pati yang terjadi selama *blanching* dapat berdampak pada kemampuan pati untuk dihidrolisis secara enzimatik. Tingkat hidrolisis pati oleh α -amilase lebih dipengaruhi oleh derajat gelatinisasinya daripada komposisi atau

struktur awal granula (Alvani *et al.*, 2014). Kondisi ini terjadi karena perubahan struktur pada granula pati akibat panas memengaruhi tingkat mudah tidaknya pati menjadi sasaran enzim. Pemanasan dalam keberadaan air menyebabkan granula pati mengalami pembengkakan sehingga strukturnya menjadi lebih terbuka dan mudah diakses oleh enzim amilolitik (Abduh *et al.*, 2023). Perubahan struktur tersebut akan semakin meningkatkan intensitas gelatinisasi yang terjadi, karena granula pati membentuk jaringan gel berpori menyerupai struktur *honeycomb* dengan porositas yang meningkat seiring dengan meningkatnya derajat gelatinisasi (Xu *et al.*, 2022). Oleh karena itu, semakin tinggi derajat gelatinisasi yang terjadi selama *blanching*, semakin besar jumlah glukosa yang dibebaskan melalui hidrolisis enzimatis *in vitro*, dan kadar glukosa yang terukur dapat digunakan sebagai gambaran intensitas peristiwa gelatinisasi pada jaringan kentang.

BAB III

MATERI DAN METODE

3.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 8 bulan mulai dari bulan April 2025 hingga bulan Desember 2025 di Laboratorium Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian (RPHP) dan Laboratorium Kimia dan Gizi Pangan (KGP) Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang.

3.2. Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini meliputi bahan dan alat yang digunakan. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini yaitu umbi kentang kultivar Granola yang didapatkan dari PT. Agro Lestari Merbabu, Kabupaten Magelang. Bahan tambahan yang digunakan adalah akuades, larutan fiksasi 1,6% paraformaldehida (Sigma Aldrich, Amerika Serikat), 2,5% glutaraldehyd (Sigma Aldrich, Amerika Serikat), *buffer* fosfat 0,05 M pada pH 6,9 (Merck, Jerman), parafin (INDOPATH, Indonesia), etanol absolut (Merck, Jerman), *xylol* (Merck, Jerman), *lugol iodine* 5%, D-glukosa (HIMEDIA, India), asam 3,5 *dinitrosalisilat* (DNS) (Merck, Jerman), enzim α -amilase (Novozyme, Denmark), enzim glukamilase (Novozyme, Denmark), asam klorida (HCL) (Merck, Jerman), natrium hidroksida (NaOH) (Merck, Jerman).

Alat yang digunakan adalah pengupas kentang, *dicer slicer*, parutan, pisau, panci, talenan, baskom, gelas *stainless steel*, saringan, sendok, kompor gas, penjepit

kayu, rak tabung reaksi, sendok sampel, batang pengaduk, pipet tetes, *beaker glass* (IWAKI, Indonesia), gelas ukur (IWAKI, Indonesia), labu ukur (IWAKI, Indonesia), labu Erlenmeyer (Herma, Indonesia), labu Buchner (IWAKI, Indonesia), termometer batang (GEA, Jerman), pinset, *tray*, timbangan analitik (SHIMADZU, Jepang), pH meter (B-ONE, Indonesia), *vortex mixer* (B-ONE, Indonesia), *micropipette* (DRAGONLAB, China), *centrifuge tube* 15 mL, *centrifuge tube* 50 mL, *refrigerated centrifuge* (OHAUS, Amerika Serikat), *cabinet dryer*, *waterbath* (Mettler, Jerman), *Texture Profile Analyzer* (Brookfield CT3, USA), *incubator* (*Temperature Controller* XHW3001, China), *orbital shaker mixer* (Wincom KJ-201BS, China), spektrofotometer UV-Visible (GENESYS, Amerika Serikat), kamera digital (Olympus SZ-10, Tokyo, Japan), botol vial, *vacuum pump*, *basemold* (Leica, Jerman), *cassete* (Leica, Jerman), *magnetic stirrer*, *hotplate* (B-ONE, Indonesia), kaca preparat (OneMed, Indonesia), kuvet, *microtome*, mikroskop cahaya (Olympus CX23 Biological Microscope, Jepang).

3.3. Metode Penelitian

Metode penelitian ini meliputi rancangan penelitian, prosedur penelitian, pengujian parameter, dan analisis data. Setiap sub bab metode diuraikan sebagai berikut.

3.3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental untuk mengkaji perubahan karakterisasi tekstur, mikroskopis dan hidrolisis pati kentang varietas Granola

selama proses *blanching* menggunakan air panas (90°C), serta keterkaitannya dengan peristiwa gelatinisasi. Perlakuan yang diterapkan berupa variasi waktu *blanching*, yaitu 0 menit (kontrol), 1 menit, 2 menit, 3 menit, 4 menit, dan 5 menit, dengan suhu tetap 90°C menggunakan metode *water blanching*. Setiap perlakuan dilakukan sebanyak empat kali ulangan, dengan masing-masing ulangan menggunakan kentang Granola yang telah dikupas dan dipotong seragam berbentuk kubus berukuran 1,3 cm × 1,3 cm × 1,3 cm.

Setelah perlakuan *blanching*, sampel dianalisis untuk mengevaluasi karakteristik tekstur menggunakan *texture analyzer*, perubahan struktur pati melalui analisis mikroskopis, serta tingkat hidrolisis pati menggunakan enzim α -amilase dan glukoamilase. Data yang diperoleh dianalisis untuk mengevaluasi hubungan antara waktu *blanching* dengan perubahan sifat fisikokimia pati dan karakteristik tekstur kentang Granola. Penelitian ini menguji hipotesis bahwa peningkatan waktu *blanching* menyebabkan peningkatan derajat gelatinisasi dan kerentanan pati terhadap hidrolisis enzimatik, yang selanjutnya berkontribusi terhadap penurunan kekuatan tekstur kentang Granola.

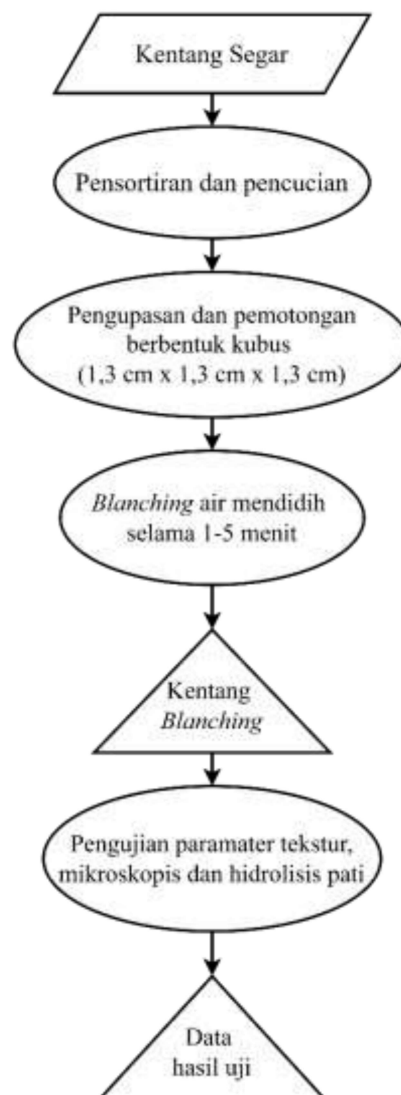
3.3.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian terdiri dari preparasi sampel kentang, *blanching* kentang, hingga pengujian parameter kentang untuk menganalisis karakterisasi kentang.

a. Preparasi Sampel Kentang

Tahap preparasi sampel kentang meliputi pensortiran, pencucian, pengupasan, pemotongan, hingga perlakuan pemanasan. Setiap percobaan ulangan

menggunakan sebanyak empat potong kentang. Kentang yang akan digunakan disortir berdasarkan kriteria berbentuk bulat dan tidak mengalami kerusakan fisik. Kentang dibersihkan dengan air mengalir dan dikupas menggunakan alat pengupas. Kentang dipotong menggunakan *dicer slicer* untuk membentuk kubus yang seragam $1,3\text{ cm} \times 1,3\text{ cm} \times 1,3\text{ cm}$ dan direndam dalam baskom berisi air sebelum dilakukan pengolahan agar meminimalisir *browning*. Secara keseluruhan alur penelitian dapat dilihat pada Ilustrasi 2.



Ilustrasi 2. Diagram Alir Proses *Blanching* Kentang Granola

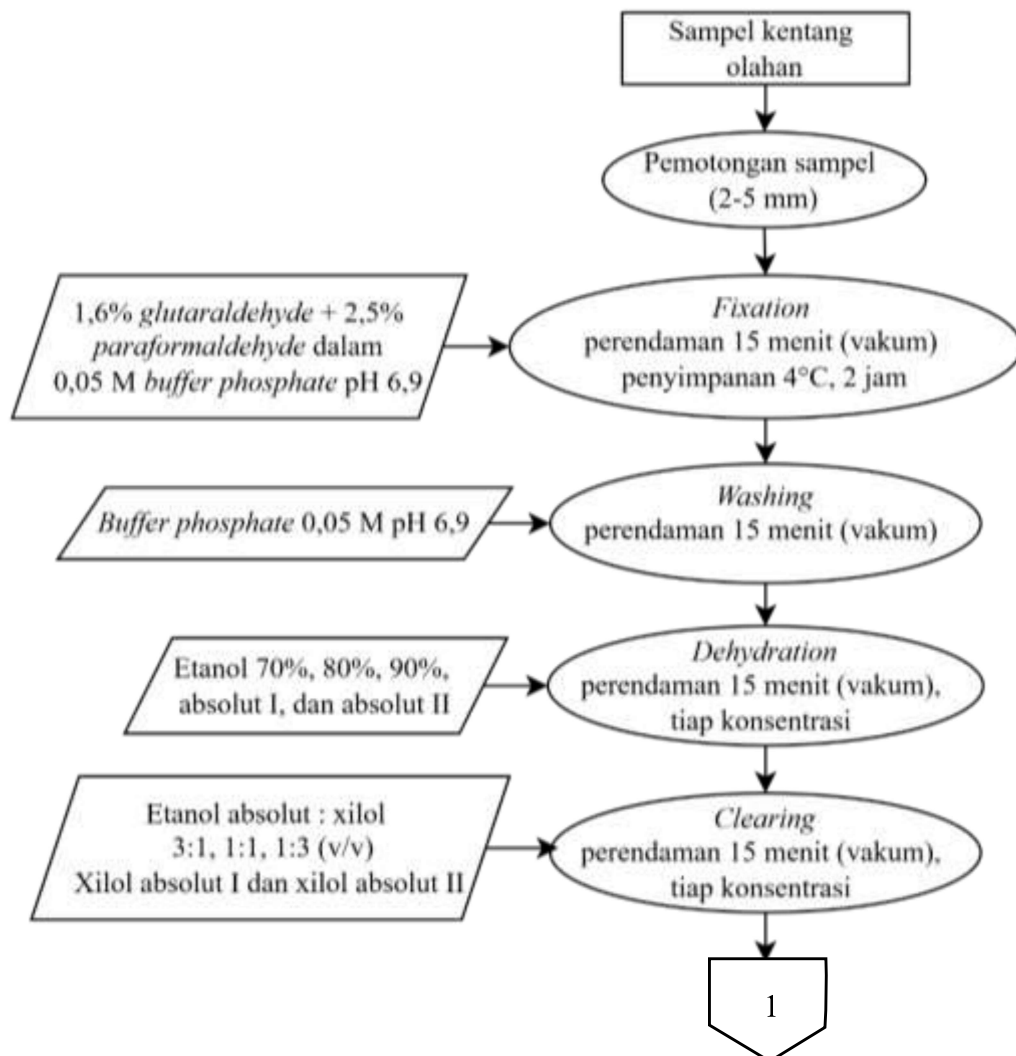
Potongan kentang tersebut kemudian di-*blanching* dengan perbandingan rasio air dan sampel kentang sebesar 1:4, yaitu setiap empat kubus kentang direbus dalam 50 mL akuades. Rasio tersebut ditetapkan untuk memastikan keseragaman perpindahan panas antar sampel serta meminimalkan terjadi fluktuasi suhu selama proses pemanasan. Volume air *blanching* ditentukan terlebih dahulu menggunakan gelas ukur, kemudian dipindahkan ke dalam *beaker glass* dan dipanaskan hingga mencapai suhu perlakuan 90°C di dalam panci. Setelah suhu air stabil, sampel kentang dimasukkan ke dalam *beaker glass* dan memastikan seluruh permukaan sampel terendam sempurna. Proses *blanching* dilakukan dengan pengambilan sampel kentang pada setiap interval satu menit, sehingga diperoleh titik pengamatan pada menit ke-0, 1, 2, 3, 4, dan 5. Selama perlakuan, suhu air dipantau untuk menjaga kestabilan kondisi termal.

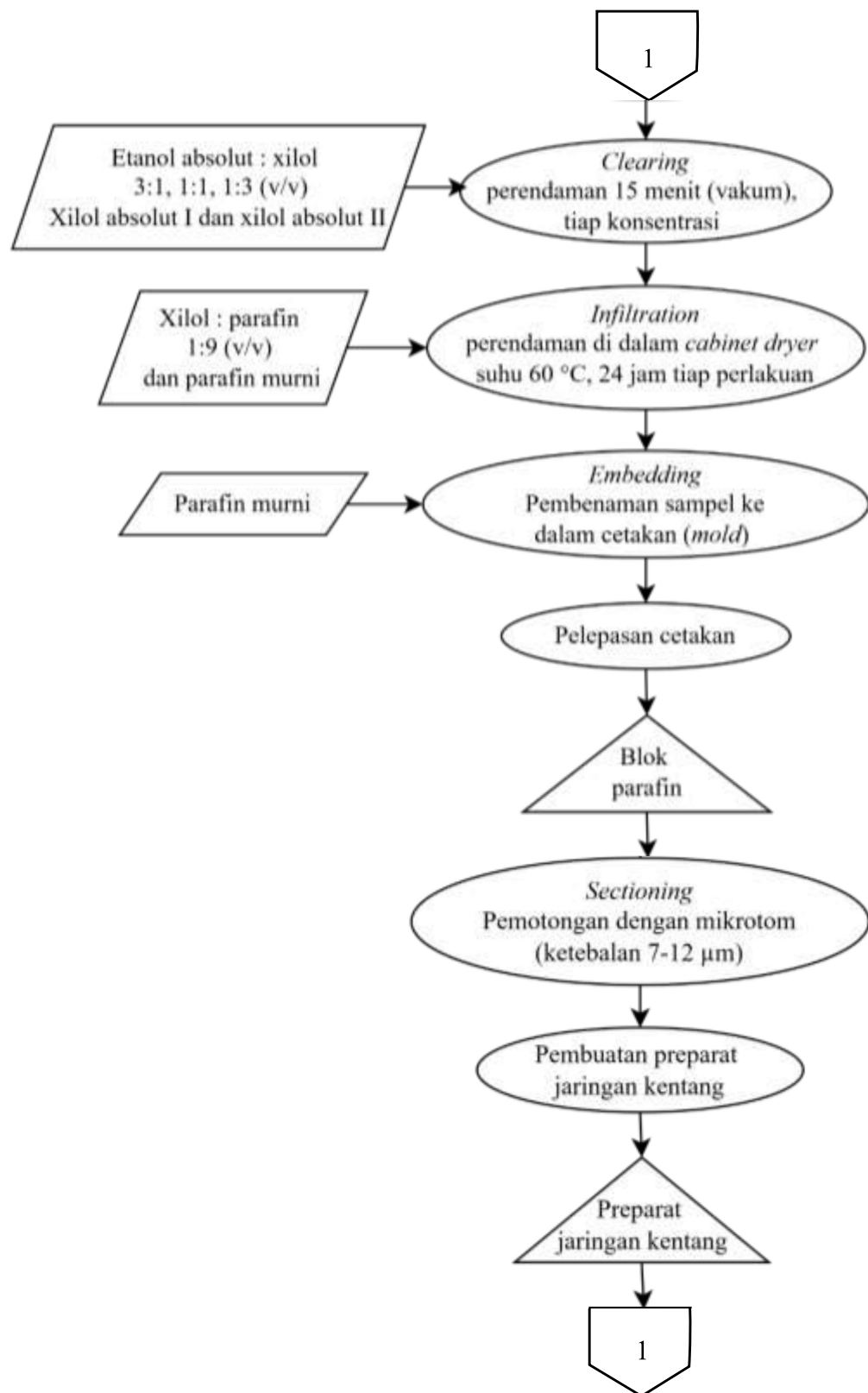
b. Uji Tekstur

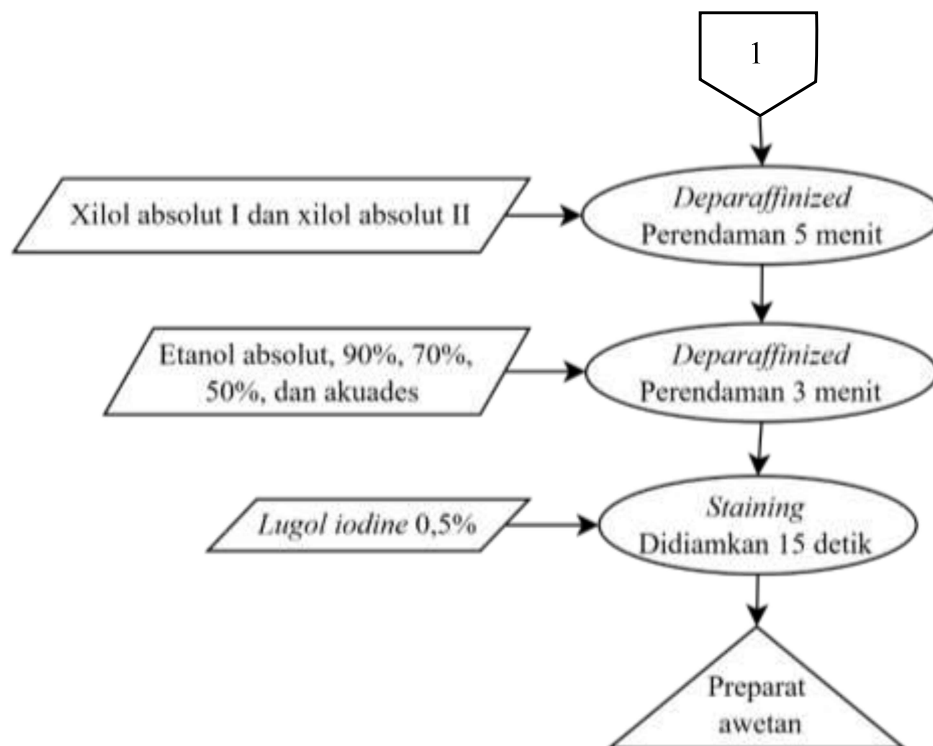
Pengujian tekstur dilakukan menggunakan alat *texture analyzer* dengan metode uji kompresi (*compression test*) (Swackhamer *et al.*, 2022). Sampel kentang berbentuk kubus dengan ukuran 1,3 cm × 1,3 cm × 1,3 cm diletakkan di atas pelat dasar alat dan dikompresi secara longitudinal menggunakan *probe knife edge* TA7. Kecepatan pengujian konstan (*test speed*) adalah 1 mm/s, sampel dikompresi (*distance target*) hingga jarak 2 mm, dan diukur pada *trigger load* 1 g. Metode kompresi ini bertujuan untuk mengukur kekuatan atau ketahanan struktur jaringan kentang terhadap tekanan vertikal, yang mempresentasikan kekerasan (*hardness*) dari sampel. Setiap sampel diuji sebanyak empat kali ulangan untuk memastikan konsistensi data.

c. Uji Mikroskopis

Pengujian mikroskopis ini dilakukan berdasarkan (An *et al.*, 2024) dengan beberapa modifikasi. Prosedur pengujian mikroskopis meliputi serangkaian tahapan preparasi sampel yang sistematis, mencakup fiksasi (*fixation*), pencucian (*washing*), dehidrasi (*dehydration*), pembersihan (*clearing*), infiltrasi (*infiltration*), pembenaman (*embedding*), pengirisan (*sectioning*), dan pewarnaan (*staining*). Proses pengujian mikroskopis dapat dilihat pada Ilustrasi 3







Ilustrasi 3. Diagram Alir Pengujian Mikroskopi Kentang Granola

Langkah awal dimulai dengan sampel dipotong dari setiap perlakuan pengolahan yang berbentuk kubus menjadi empat bagian dengan ketebalan sekitar 2-5 mm. Sebanyak empat potongan sampel dari perlakuan yang sama kemudian dimasukkan ke dalam setiap vial berukuran 10 mL. Proses fiksasi dilakukan dengan menambahkan larutan yang mengandung 1,6% paraformaldehida dan 2,5% glutaraldehid di dalam *buffer* fosfat ke dalam vial hingga sampel terendam seluruhnya. Kemudian, vial dibiarkan terbuka dan dimasukkan ke dalam labu vakum (labu Buchner). Labu vakum ditutup menggunakan *rubber stopper*, lalu dihubungkan dengan *vacuum pump*. Proses vakum dilakukan selama 15 menit. Setelah proses fiksasi selesai, tahapan dilanjutkan dengan pencucian (*washing*), yaitu larutan fiksasi pada vial dibuang dan digantikan dengan *buffer* fosfat 0,05M

pH 6,9, kemudian di vakum kembali menggunakan *vacuum pump* selama 15 menit. Tahap berikutnya adalah dehidrasi bertingkat menggunakan etanol 70%, 80%, 90%, absolut 100% I, dan absolut 100% II. Vial yang berisi sampel pada tiap konsentrasi dan divakum menggunakan *vacuum pump* selama 15 menit.

Proses selanjutnya adalah pembersihan (*clearing*), dilakukan dengan sampel direndam dalam larutan etanol dan *xylol* dengan perbandingan 3:1, 1:1, dan 1:3. Kemudian, sampel direndam dalam *xylol* absolut sebanyak dua kali dalam keadaan vakum menggunakan *vacuum pump* selama 15 menit. Tahap infiltrasi dilakukan dengan sampel direndam larutan *xylol* dan parafin dengan perbandingan (1:9, v/v) dan dimasukkan ke dalam *cabinet dryer* pada suhu 60°C selama 24 jam. Setelah 24 jam, larutan *xylol* dan parafin (1:9) diganti dengan parafin murni dan dimasukkan kembali ke dalam *cabinet dryer* pada suhu 60°C selama 24 jam. Tahap selanjutnya adalah pembenaman (*embedding*), yaitu sampel dipindahkan menggunakan pinset ke dalam *basemold* dan ditambahkan parafin murni hingga seluruh permukaan sampel terendam dan dibiarkan mengeras pada suhu ruang selama 1–2 jam. Setelah blok parafin memadat sempurna, cetakan dapat dilepaskan. Kemudian, blok parafin disimpan di dalam *chiller* dan diletakkan sesaat di *freezer* sebelum dipotong.

Tahap pemotongan (*sectioning*) dilakukan dengan meletakkan blok parafin di *block holder* di alat *microtome* dan atur jarak dengan pisau. Ketebalan pemotongan diatur pada rentang 7–12 μm . Rotor mikrotom diputar secara konsisten sampai blok parafin terpotong hingga menghasilkan jaringan sampel. Potongan sampel dipindahkan menggunakan pinset ke *waterbath* yang bersuhu 40–50°C. Selanjutnya, potongan jaringan tersebut diambil dan diletakkan di atas kaca

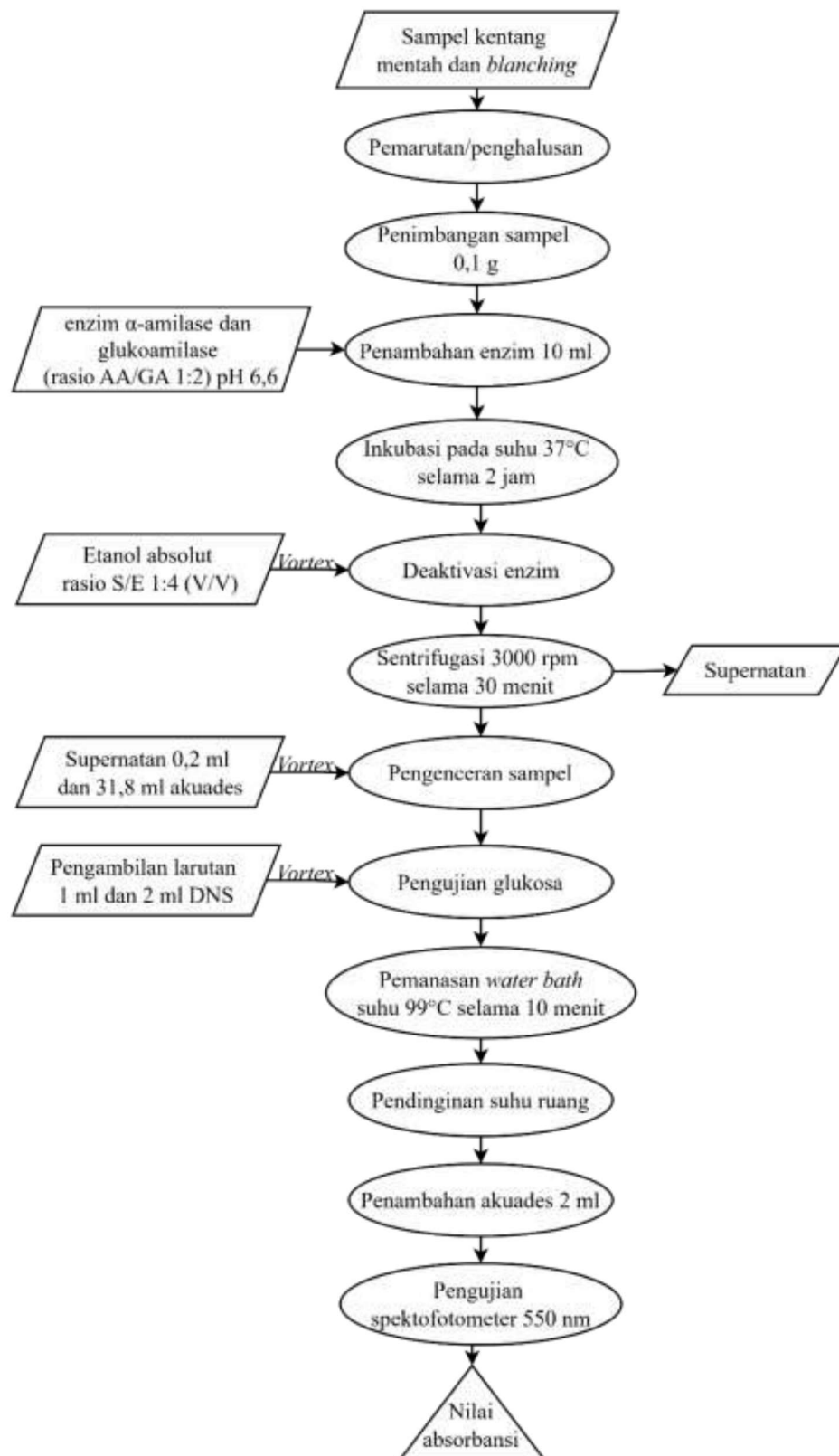
preparat. Preparat berisi sampel kemudian dipanaskan pada *hotplate* dengan suhu 60°C selama 15 menit untuk menghilangkan parafin dan merekatkan sampel.

Sisa parafin dihilangkan pada tahap *deparaffinized* dilakukan dengan preparat direndam dengan menggunakan *xylol* absolut I dan II masing-masing durasi selama 5 menit. Preparat selanjutnya direndam menggunakan etanol bertingkat dengan konsentrasi 100%, 90%, 70%, dan 50% serta akuades dengan masing-masing waktu selama 3 menit. Tahap terakhir adalah pewarnaan, yaitu preparat direndam dengan menggunakan *lugol iodine* 0,05% selama 15 detik. Sampel yang sudah diwarnai dapat diamati menggunakan mikroskop cahaya pada perbesaran 10× dan 40×.

Pembuatan preparat segar dilakukan dengan membuat irisan tipis dari sampel kentang mentah dan setelah proses *blanching* menggunakan *cutter*. Irisan tersebut kemudian ditaruh di atas cawan petri dan ditetesi dengan larutan *lugol iodine* 0,5% selama 15 detik. Selanjutnya, sampel dipindahkan ke atas kaca preparat dan ditutup dengan kaca penutup dan dapat diamati dengan menggunakan mikroskop cahaya pada perbesaran 10× dan 40×. Hasil pengamatan dapat divisualisasi dan dianalisis data dengan menggunakan *software imageJ* dengan ketentuan 16-bit *color b&w*. Pengukuran diameter granula pati sampel kentang dilakukan dengan skala pembesaran 10× dan 40×.

d. Uji Hidrolisis Pati

Pengujian hidrolisis pati secara *in vitro* dilakukan dengan menggunakan enzim α -amilase dan glukamilase untuk mensimulasikan proses pencernaan dalam tubuh (Abduh *et al.*, 2023). Proses pengujian hidrolisis pati dapat dilihat pada Ilustrasi 4.



Ilustrasi 4. Diagram Alir Pengujian Hidrolisis Pati Kentang Granola

Campuran enzim α -amilase dan enzim glukamilase dengan rasio 1:2 (v/v) sebanyak 10 mL setiap sampel, kemudian disesuaikan dengan pH pada usus halus yaitu 6,6. Penyesuaian pH dilakukan dengan menambahkan larutan HCl 1 M (menurunkan pH) dan NaOH 1 M (meningkatkan pH). Sampel kentang diambil sebanyak 0,1 g dan dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer berukuran 50 mL. Campuran enzim sebanyak 10 mL ditambahkan ke sampel, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 120 menit dengan pengadukan menggunakan *orbital shaker* dengan kecepatan 100 rpm. Kondisi ini menyesuaikan pencernaan manusia mulai dari lambung hingga usus halus. Selama proses inkubasi, pati mengalami hidrolisis akibat pemutusan ikatan glikosidik pada rantai polisakarida sehingga menghasilkan gula pereduksi, yang selanjutnya dianalisis menggunakan metode kolorimetri (DNS). Sampel yang telah diinkubasi kemudian diambil sebanyak 1 mL ke dalam *centrifuge tube*, ditambahkan 4 mL etanol absolut dengan rasio sampel:etanol sebesar 1:4 (v/v) yang berfungsi untuk mendeaktivasi enzim. Selanjutnya, sampel disentrifugasi pada kecepatan 3000 rpm selama 30 menit dengan suhu 25°C.

Bagian supernatan sebanyak 0,2 mL dimasukkan ke dalam *centrifuge tube*, lalu dilakukan pengenceran hingga faktor pengenceran total 160 $\times$ dengan menambahkan akuades sebanyak 31,8 mL dan dihomogenisasi menggunakan *vortex*. Larutan sampel yang sudah diencerkan kemudian diambil 1 mL dan ditambahkan 2 mL larutan reagen DNS. Sampel dan reagen dicampurkan menggunakan *vortex*, kemudian dipanaskan dalam *waterbath* pada suhu 99°C selama 10 menit. Setelah pemanasan, sampel didinginkan pada suhu ruang dan ditambahkan akuades sebanyak 2 mL dan dihomogenisasi menggunakan *vortex*.

Selanjutnya, sampel diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 550 nm. Pembuatan larutan standar dengan melarutkan 50 mg D-glukosa ke dalam 100 mL akuades. Sebanyak 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; dan 1 mL larutan standar glukosa masing-masing diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 550 nm.

3.3.3. Analisis Data

Data yang sudah diperoleh dari hasil pengujian tekstur, hidrolisis pati, dan pengamatan mikroskopis, diolah menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel versi 2021. Pendekatan pemodelan kinetika diterapkan melalui analisis regresi linear untuk menggambarkan pola perubahan yang terjadi selama proses *blanching*. Tingkat kesesuaian model terhadap data eksperimen dievaluasi berdasarkan nilai koefisien determinasi (R^2). R^2 merupakan salah satu metrik evaluasi dalam analisis regresi yang berfungsi untuk menilai kemampuan model dalam menjelaskan sebaran data aktual, dengan rentang nilai antara 0 sampai 1. Semakin tinggi nilai R^2 dan mendekati angka 1, maka semakin kuat kemampuan model tersebut dalam menjelaskan hubungan antara variabel yang dianalisis (Azzahra, 2025). Visualisasi data dalam bentuk grafik regresi disajikan untuk mempermudah interpretasi tren perubahan setiap parameter selama perlakuan berlangsung.

Analisis dengan pendekatan model kinetika gelatinisasi pati dilakukan untuk memahami laju perubahan struktur dan komponen pati selama proses *blanching* kentang varietas Granola. Data dari masing-masing parameter, yaitu kekerasan, mikroskopis dan nilai absorbansi, diplotkan terhadap variabel waktu *blanching*

(dalam menit) dan dianalisis menggunakan model regresi linear dengan persamaan $Y = ax + b$, Y merupakan nilai parameter pada waktu ke-x, a adalah nilai intersep yang menggambarkan kondisi awal parameter sebelum perlakuan, dan b adalah nilai *slope* yang mepresentasikan laju gelatinisasi pati (k).

Penentuan orde reaksi dilakukan dengan mengevaluasi dua model kinetika, yaitu orde nol dan orde satu. Model orde nol diterapkan apabila plot data terhadap waktu menghasilkan hubungan linear sedangkan model orde satu diterapkan apabila linear sudah tercapai setelah data ditransformasi menggunakan logaritma natural (ln). Seluruh data disajikan dalam bentuk tabel dan grafik serta dianalisis secara deskriptif untuk mengevaluasi pengaruh *blanching* terhadap perubahan tekstur, hidrolisis pati, dan pengamatan mikroskopis.