

**KINETIKA *RELEASE COMPONENT* PADA KENTANG GRANOLA
SELAMA *PRE-TREATMENT* DENGAN AIR PANAS 90 °C**

SKRIPSI

Oleh

DANIA RAHMA ANANDINI



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

KINETIKA *RELEASE COMPONENT* PADA KENTANG GRANOLA
SELAMA *PRE-TREATMENT* DENGAN AIR PANAS 90 °C

Oleh

DANIA RAHMA ANANDINI
NIM : 23020122120008

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 : Dania Rahma Anandini
N I M : 23020122120008
Program Studi : S-1 Teknologi Pangan

dengan ini menyatakan sebagai berikut :

- Skripsi yang berjudul: **Kinetika Release Component pada Kentang Granola Selama Pre-Treatment dengan Air Panas 90 °C** dan penelitian yang terkait dengan skripsi ini merupakan karya penulis sendiri.
- Setiap ide atau kutipan dari karya orang lain berupa publikasi atau bentuk lainnya dalam skripsi ini, telah diakui sesuai dengan standar prosedur disiplin ilmu.
- 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 **Dr. Sri Mulyani, S.Pt., M.P.**

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,



(Dania Rahma Anandini)

Mengetahui :

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

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

(Dr. Sri Mulyani, S.Pt., M.P.)

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : KINETIKA *RELEASE COMPONENT* PADA
KENTANG GRANOLA SELAMA *PRE-
TREATMENT* DENGAN AIR PANAS 90 °C

Nama Mahasiswa : DANIA RAHMA ANANDINI

Nomor Induk Mahasiswa : 23020122120008

Program Studi/Departemen : S1 TEKNOLOGI PANGAN / PERTANIAN

Fakultas : PETERNAKAN DAN PERTANIAN

Telah disidangkan di hadapan Tim Penguji
dan dinyatakan lulus pada tanggal **17 JUN 2026**.

Pembimbing Utama



Setya Budi M. Abduh, S.Pt., M.Sc., Ph.D. Dr. Sri Mulyani, S.Pt., M.P.

Pembimbing Anggota



Ketua Program Studi



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

Ketua Panitia Ujian Akhir Program



Swastika Dewi, S.TP., M.Sc.

Dekan



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

Ketua Departemen



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

RINGKASAN

DANIA RAHMA ANANDINI. 23020122120008. 2026. Kinetika *Release Component* Pada Kentang Granola Selama *Pre-Treatment* dengan Air Panas 90 °C. (Pembimbing: **SETYA BUDI MUHAMMAD ABDUH** dan **SRI MULYANI**).

Kentang Granola dengan prekursor pencokelatan tinggi diberi perlakuan *pre-treatment* sebelum pengolahan guna mengendalikan mutu produk akhir. Sebagian komponen larut air berpotensi *release* dari kentang selama *pre-treatment*. Penelitian dilakukan dengan tujuan mengevaluasi laju *release component* kadar bahan kering kentang, total padatan terlarut air, kadar abu kentang, konduktivitas air, kadar protein kasar kentang, dan kadar protein terlarut air selama proses *pre-treatment*. Penelitian dilaksanakan selama 5 bulan yaitu dari bulan Juli – Desember 2025 di Laboratorium Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian (RPHP) dan Laboratorium Kimia dan Gizi Pangan (KGP) Universitas Diponegoro, Semarang.

Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan 6 perlakuan waktu dan 4 ulangan. Parameter yang diuji pada kentang meliputi kadar bahan kering, kadar abu, dan kadar protein kasar. Pengujian total padatan terlarut, konduktivitas, dan kadar protein terlarut dilakukan pada sampel air *pre-treatment*. Analisis data dilakukan dengan memodelkan hasil perhitungan setiap parameter terhadap durasi *pre-treatment* dengan diagram yang diolah dari Microsoft Excel. Data hasil pengujian diinterpretasikan secara deskriptif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *release component* terjadi selama kentang Granola diberi perlakuan *pre-treatment* dalam air suhu 90 °C selama 1–5 menit. Laju perubahan komponen kentang memiliki arah yang berbanding terbalik dengan komponen dalam air. Kurva perubahan bahan kering kentang, total padatan terlarut air, kadar abu kentang, dan konduktivitas air disajikan menggunakan pola regresi linear mengikuti reaksi orde nol dengan nilai koefisien R^2 secara berurutan sebesar 0,9141; 0,9815; 0,9693; dan 0,9599. Kurva kadar protein kasar kentang dan protein terlarut air disajikan menggunakan pola regresi polinomial orde tiga dengan nilai koefisien R^2 masing-masing sebesar 0,4827 dan 0,7297. Nilai k laju reaksi pada bahan kering kentang, total padatan terlarut air, kadar abu kentang, dan konduktivitas air secara berurutan adalah 0,6895%.min⁻¹; 0,0564°Brix.min⁻¹; – 0.2082%.min⁻¹; dan 186,44 μS.cm⁻¹.min⁻¹. Laju (k) *release component* tertinggi terdapat pada parameter konduktivitas dan laju (k) *release component* terendah terdapat pada parameter total padatan terlarut. Secara keseluruhan, model menggambarkan komponen dalam kentang semakin berkurang sedangkan komponen dalam air *pre-treatment* semakin meningkat dengan laju yang berbeda seiring durasi pemanasan.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi dengan judul “Kinetika *Release Component* pada Kentang Granola Selama *Pre-Treatment* dengan Air Panas 90 °C” tepat pada waktunya.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan kerja praktik ini tidak lepas dari bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Setya Budi Muhammad Abduh, S.Pt., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing utama dan Dr. Sri Mulyani, S.Pt., M.P. selaku dosen pembimbing anggota atas dukungan penuh, ilmu, bimbingan, arahan, dan motivasi yang telah diberikan sejak KKN, penelitian, hingga akhir penulisan skripsi ini dengan penuh kesabaran;
2. Prof. Sugiharto, S.Pt., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro yang telah memberikan izin, arahan, dan ilmu selama masa studi penulis sebagai mahasiswa Fakultas Peternakan dan Pertanian;
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;
4. Ahmad Ni'matullah Al-Baarri, S.Pt., M.P., Ph.D. selaku Ketua Departemen Pertanian Fakultas Peternakan dan Pertanian dan Ketua Program Studi S-1 Teknologi Pangan telah memberikan izin, dukungan, ilmu, dan arahan kepada penulis selama menjadi mahasiswa Teknologi Pangan;
5. Dr. Ir. Antonius Hintono, M.P. dan Ulil Afidah, S.Pt., M.Sc. selaku Dosen Wali penulis yang telah banyak memberikan izin, dukungan, ilmu, arahan, masukan, dan semangat sejak awal perkuliahan hingga masa studi selesai;

6. Dosen penguji dan Panitia Ujian Akhir yang telah meluangkan waktunya untuk menghadiri sidang skripsi dan memberikan kritik serta masukan untuk membantu penyempurnaan skripsi ini.
7. Seluruh dosen, tenaga Pendidikan, dan staf administrasi Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro yang telah memberikan ilmu, informasi bantuan dan arahan kepada penulis selama studi hingga selesai;
8. Kedua orang tua dan kakak penulis yang telah memberikan dukungan baik moral maupun materiil sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dan skripsi dengan baik;
9. Saudari Zahra, Ara, Nailah, Athifah, Bintang, Anis, dan Daru selaku teman dekat yang senantiasa menemani, memberikan semangat, dan menjadi tempat bertukar cerita bagi penulis.
10. Tim penelitian sepekerjaan dan rekan-rekan mahasiswa Teknologi Pangan yang telah membantu, mendukung, dan mendampingi penulis dalam proses penyusunan skripsi.
11. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu dan secara tidak langsung telah memberikan dukungan dan bantuan kepada penulis sejak awal perkuliahan hingga kini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan baik teknis penulisan maupun materi sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan ke depannya. Penulis berharap hasil penelitian dan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis, perusahaan, dan masyarakat luas.

Semarang, Juni 2026

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR ILUSTRASI	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
2.1 Latar Belakang	1
2.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 4
2.1 Kentang Granola	4
2.2 Pengolahan Kentang.....	5
2.3 <i>Release Component</i>	6
2.4 Parameter Pengujian.....	7
 BAB III MATERI DAN METODE.....	 12
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	12
3.2 Materi Penelitian	12
3.3 Metode Penelitian.....	13
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	 21
4.1. Profil Suhu Kentang Granola	21
4.2. Bahan Kering Kentang Granola dan Total Padatan Terlarut Air	22
4.3. Kadar Abu Kentang Granola dan Konduktivitas Air	25

4.4. Kadar Protein Kentang Granola dan Protein Terlarut Air ...	29
4.5. <i>Release Component</i> Kentang Selama <i>Pre-Treatment</i>	32
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Simpul an	36
5.2 Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN.....	45
RIWAYAT HIDUP	60

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Karakteristik Kimia Kentang Granola	4
2. Bahan Kering Kentang Granola Selama <i>Pre-Treatment</i>	22
3. Total Padatan Terlarut Air Selama <i>Pre-Treatment</i>	22
4. Kadar Abu Kentang Granola Selama <i>Pre-Treatment</i>	25
5. Nilai Konduktivitas Air Selama <i>Pre-Treatment</i>	26
6. Kadar Protein Kentang Granola Selama <i>Pre-Treatment</i>	29
7. Kadar Protein Terlarut Air Selama <i>Pre-Treatment</i>	29

DAFTAR ILUSTRASI

Nomor	Halaman
1. Diagram Alir Penelitian	14
2. Diagram Alir Pengujian Sampel Kentang.....	15
3. Diagram Alir Pengujian Sampel Air.....	17
4. Profil Suhu Kentang Selama <i>Pre-Treatment</i>	21
5. Perubahan Bahan Kering Kentang dan Total Padatan Terlarut Air	23
6. Perubahan Kadar Abu Kentang dan Konduktivitas Air.....	26
7. Perubahan Kadar Protein Kentang dan Protein Terlarut Air	30
8. Diagram Sankey Distribusi Komponen Kentang Granola pada Durasi <i>Pre-Treatment</i> 5 Menit.....	32

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Profil Suhu Selama <i>Pre-Treatment</i>	45
2. Data Bahan Kering Kentang Granola Selama <i>Pre-Treatment</i>	47
3. Data Uji Total Padatan Terlarut Air	49
4. Data Uji Kadar Abu Kentang Granola Selama <i>Pre-Treatment</i>	51
5. Data Uji Konduktivitas Air <i>Pre-Treatment</i>	53
6. Data Uji Kadar Protein Kasar Kentang Selama <i>Pre-Treatment</i>	55
7. Kurva Standar BSA dan Data Uji Protein Terlarut Air	57
8. Dokumentasi Penelitian	59

BAB I

PENDAHULUAN

2.1 Latar Belakang

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) kaya akan karbohidrat dan kandungan protein esensial, vitamin B1, B3, dan B6, serta mineral seperti fosfor, magnesium, dan potasium (Arum *et al.*, 2022). Kentang Granola selama ini telah mendominasi budidaya kentang di Indonesia (Fatikasari *et al.*, 2024). Meskipun produktivitasnya meningkat setiap tahun, pemilihan kentang Granola sebagai bahan baku industri olahan masih sangat terbatas (Saleh *et al.*, 2020). Kentang untuk industri umumnya diharapkan memiliki kadar air yang rendah dan bahan kering yang tinggi karena berpengaruh terhadap tekstur, rendemen, dan penyerapan minyak. Karakteristik kentang Granola masih memiliki kelemahan tantangan apabila diolah menjadi produk seperti keripik dan kentang goreng. Kentang Granola mengandung kadar gula pereduksi dan kadar air yang tinggi serta bahan kering dan pati yang rendah sehingga menghasilkan mutu warna dan tekstur produk akhir yang kurang diminati oleh konsumen (Perdani *et al.*, 2019).

Prekursor pencoklatan yang tinggi menyebabkan kentang mudah berubah warna menjadi kecoklatan baik secara enzimatis akibat pemotongan maupun non-enzimatis akibat penggorengan. Kerusakan jaringan akibat pemotongan memicu kontak antara enzim dengan senyawa fenolik sehingga terjadi pencoklatan (Levaj *et al.*, 2023). Kandungan gula pereduksi seperti glukosa dan fruktosa akan bereaksi dengan asam amino asparagin ketika kentang digoreng dengan suhu tinggi

(McCombie *et al.*, 2016). Pigmen melanoidin berwarna coklat akan terbentuk pada akhir reaksi tersebut sehingga menghasilkan produk kentang berwarna kecoklatan.

Proses *pre-treatment* diperlukan untuk mengurangi perkembangan warna kecoklatan pada produk olahan kentang Granola. Pemberian *pre-treatment* seperti *water blanching* sebelum penggorengan diketahui dapat menurunkan laju reaksi Maillard sehingga warna asli dari produk pangan yang digoreng dapat dipertahankan (Liu *et al.*, 2023). Hal ini dapat terjadi karena *pre-treatment* dengan air panas mampu menurunkan gula pereduksi dan asam amino asparagin sebagai prekursor reaksi Maillard. Kadar protein diamati perubahannya karena berkaitan dengan asam amino sebagai prekursor pencoklatan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Ngobese dan Workneh (2018) perlakuan *blanching High Time Short Time* (HTST) diketahui dapat menurunkan kadar protein sebesar 2–21%. Penurunan tersebut terjadi secara efektif melalui mekanisme difusi senyawa larut air ke dalam medium pemanasan (Moscetti *et al.*, 2019). Fenomena perpindahan senyawa dari jaringan ke medium pemanasan akibat kerusakan struktur sel dan meningkatnya permeabilitas membran bisa disebut sebagai *release component*.

Release component berpotensi menguntungkan karena dapat mengurangi sebagian prekursor reaksi Maillard. Namun, proses *pre-treatment* yang sama juga dapat menyebabkan hilangnya komponen bernilai gizi. Penelitian yang dilakukan Sayed *et al.* (2023) mengungkapkan bahwa 68 sampel air *pre-treatment blanching* dari 7 industri olahan kentang di Belgia mengandung beban organik berupa oksigen terlarut (O₂), glukosa, dan pati, serta ion terlarut seperti kalium, kalsium, klorida, dan magnesium. Temuan ini mendasari dilakukannya penelitian menggunakan

sampel kentang dan medium pemanasan berupa air. Komponen mineral seperti kalsium, magnesium, dan kalium yang berpotensi terlarut dalam air dapat mempengaruhi stabilitas jaringan kentang sehingga parameter kadar abu dan konduktivitas perlu diamati. Kation divalen, terutama Ca^{2+} , dapat berikatan dengan gugus karboksil bebas hasil demetilasi pektin oleh enzim *pectin methylesterase* (PME), membentuk ikatan pektat-kalsium yang memperkuat struktur jaringan (Xian *et al.*, 2024). Dengan demikian, perubahan komponen dalam kentang selama *pre-treatment* perlu dievaluasi karena dapat memengaruhi mutu produk akhir.

2.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi laju *release component* kentang Granola selama proses *pre-treatment* berdasarkan bahan kering, kadar abu, kadar protein, total padatan terlarut, konduktivitas, dan protein terlarut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi serta referensi ilmiah mengenai komponen kentang Granola yang terlepas ke dalam media air selama proses *pre-treatment* berlangsung, sehingga dapat menjadi pertimbangan dalam optimasi proses pengolahan kentang di industri.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kentang Granola

Kentang Granola (*Solanum tuberosum* L. cv. *Granola*) merupakan salah satu kultivar yang mendominasi budidaya kentang di Indonesia dengan persebaran sekitar 80–90% di area lahan panen (Fatikasari *et al.*, 2024). Kentang Granola mempunyai umur panen selama 90 hari dengan ketahanan yang baik terhadap penyakit sehingga banyak disukai oleh kalangan petani (Sugiyono *et al.*, 2021). Karakteristik fisik kentang ini adalah umbinya berwarna krem kekuningan dengan bentuk oval dan dapat mengalami pertumbuhan hingga mencapai 65 cm. Masyarakat menggunakan varietas ini sebagai kentang sayur (*table consumption*) pada berbagai masakan (Juiwati *et al.*, 2018). Selain itu, kentang Granola umum digunakan sebagai bahan baku perkedel dan *mashed potato* (Hidayah *et al.*, 2017).

Tabel 1. Karakteristik Kimia Kentang Granola

Parameter	Nilai
Kadar air (%)	83,26
Kadar protein (%)	2,540
Total karbohidrat	13,15
Kadar pati (%)	6,670
Gula reduksi	0,120

Sumber: (Perdani *et al.*, 2019)

Kultivar Granola memiliki kadar gula reduksi yang tinggi dan kadar bahan kering di bawah 20% (Islam *et al.*, 2022). Karakteristik tersebut menyebabkan tekstur produk olahannya menjadi kurang renyah dan memicu pembentukan warna coklat yang tidak diinginkan akibat reaksi Maillard.

2.2 Pengolahan Kentang

Kentang merupakan komoditas pangan yang jarang dikonsumsi dalam keadaan mentah. Menurut (Levaj *et al.*, 2023), sekitar 60–80% bahan kering dalam kentang terdiri dari pati yang tidak dapat dicerna sehingga memerlukan proses pemanasan terlebih dahulu sebelum dikonsumsi. Dinding sel dan amiloplas kentang dapat hancur akibat pemanasan kemudian granula pati yang menyerap air akan mengalami gelatinisasi dan menjadi mudah dicerna (Haverkort *et al.*, 2023). Tahapan pengolahan kentang umumnya meliputi pencucian, pengupasan, pemotongan, *pre-treatment*, pemasakan (seperti perebusan, penggorengan, pemanggang, pemanasan dengan *microwave*), dan pengemasan.

Permasalahan utama dalam pengolahan kentang Granola adalah kerentanan terhadap perubahan warna cokelat sehingga *pre-treatment* dengan air seperti *water blanching* umum dilakukan untuk meminimalisir pencoklatan. Perlakuan panas basah umum dilakukan sebelum tahapan pengolahan pangan lainnya seperti pengeringan, pengalengan, maupun pembekuan (Xiao *et al.*, 2017). *Pre-treatment* dilakukan dengan cara memasukkan bahan ke dalam medium yang telah mencapai suhu yang ditargetkan. *Pre-treatment* dengan air merupakan metode tertua dalam pengolahan kentang yang umum dilakukan dengan air panas suhu 65–85 °C dalam durasi yang bervariasi sesuai karakteristik bahan (Z. Zhang *et al.*, 2018). Pada penelitian ini, *pre-treatment* dilakukan menggunakan air yang mirip dengan *water blanching* tetapi dimodifikasi dengan melibatkan teknik *double boiler*. Air dalam gelas *stainless* yang kontak langsung dengan kentang dijaga agar suhunya stabil pada 90°C.

Pre-treatment dengan air memberikan efek ganda pada bahan pangan (Nie *et al.*, 2021). Metode ini mampu membersihkan bahan pangan dari kontaminasi fisik, biologis, dan kimiawi seperti benda asing, parasit beserta telurnya, residu pestisida (Xiao *et al.*, 2017). Selain itu, proses ini mampu menginaktivasi enzim penyebab pencoklatan sehingga berkontribusi dalam memperbaiki warna, aroma, cita rasa, dan tekstur kentang. Enzim penyebab pencoklatan adalah enzim polifenol oksidase (PPO) yang bereaksi dengan polifenol membentuk kuinon dan akan menghasilkan pigmen coklat (Z. Zhang *et al.*, 2020). Pemberian *pre-treatment* pada penelitian ini diharapkan dapat menurunkan prekursor pencoklatan guna memperbaiki mutu produk kentang Granola.

2.3 Release Component

Release component merupakan fenomena perpindahan senyawa dari dalam bahan menuju medium sekitarnya akibat perbedaan konsentrasi, kerusakan struktur, atau pengaruh perlakuan fisik dan termal. Medium seperti air awalnya mengisi pori bahan melalui gaya adhesi dan kapilaritas, lalu berdifusi ke dalam jaringan dan menyebabkan pelarutan berbagai komponen (Kumar *et al.*, 2024). Fenomena perpindahan massa (*mass transfer*) ini melibatkan komponen mineral, protein, gula, vitamin, dan senyawa bioaktif lainnya. Laju pelepasan komponen dipengaruhi oleh sifat bahan, karakteristik senyawa, dan kondisi proses seperti suhu dan waktu. Menurut Hasanzadeh dan Souraki (2016), laju perpindahan massa berlangsung cepat pada tahap awal, kemudian melambat seiring menurunnya gradien konsentrasi antara bahan dan medium air akibat berkurangnya gaya penggerak

perpindahan massa.

Dalam pengolahan kentang yang melibatkan *pre-treatment*, air panas yang digunakan dapat meluruhkan berbagai komponen melalui proses difusi dan *leaching* (Saini *et al.*, 2023). Menurut Y. Zhang *et al.* (2018), *pre-treatment* ini mampu melarutkan gula pereduksi yang menjadi prekursor Maillard mencapai 11,9–62,3%. Hal ini memberikan dampak menguntungkan dalam pengolahan kentang. Namun, proses yang sama juga berpotensi melarutkan komponen nutrisi penting selain komponen yang ditargetkan, sehingga dinamika *release component* perlu dipelajari untuk mengoptimalkan proses pengolahan.

2.4 Parameter Pengujian

2.4.1 Bahan Kering

Bahan kering merupakan seluruh komponen yang terdapat dalam suatu bahan setelah air dihilangkan melalui proses pengeringan. Menurut Yudianto *et al.* (2022) bahan kering pada umbi kentang tersusun atas karbohidrat, protein dan vitamin, dan senyawa hasil fotosintesis lainnya. Kadar karbohidratnya mencapai 75% dari berat kering umbi kentang dan sebagian besar berasal dari kandungan pati (Górska-Warsewicz *et al.*, 2021). Sebagian besar bahan kering tersimpan di dalam sel parenkim, khususnya pada organel amiloplas dalam bentuk granula pati.

Stabilitas bahan kering selama pengolahan dipengaruhi oleh karakteristik dinding sel dan kepadatan jaringan parenkim. Dinding sel kentang mengandung pektin, yakni polisakarida non-pati yang memiliki kemampuan membentuk gel serta berperan dalam menjaga integritas jaringan (Yin *et al.*, 2021). Keberadaan

pektin mampu mempertahankan granula pati dalam matriks sel, membatasi pembengkakan berlebih serta mengurangi interaksi langsung dengan enzim amilase selama proses termal. Kadar bahan kering merupakan salah satu indikator utama mutu kentang karena memengaruhi rendemen, tekstur, dan kesesuaiannya terhadap berbagai metode pengolahan. Kentang dengan kadar bahan kering tinggi memiliki kualitas yang baik untuk pengolahan (Das *et al.*, 2021) karena mampu menghasilkan produk renyah dan menyerap sedikit minyak selama penggorengan.

2.4.2 Total Padatan Terlarut

Total padatan terlarut (TPT) merupakan komponen fisikokimia yang menggambarkan jumlah zat terlarut di dalam suatu larutan. Prinsip penentuan TPT didasarkan pada pembiasan cahaya setelah cahaya melewati sampel (Thuy *et al.*, 2024). Parameter ini memiliki keterkaitan erat dengan kandungan gizi serta komponen kimiawi bahan pangan. Komponen pati, gula, protein terlarut, mineral, dan asam organik yang terlepas selama proses *pre-treatment* terakumulasi sebagai TPT dalam air medium. Menurut Meikapasa dan Seventilofa (2016), total padatan terlarut terdiri dari gula pereduksi, gula non reduksi, asam organik, pektin, garam, dan protein yang mempengaruhi nilai °Brix. Selama perlakuan panas, kerusakan membran dan dinding sel meningkatkan difusi komponen larut air ke medium. Paparan suhu tinggi memicu hidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa (Buzera *et al.*, 2023). Oleh karena itu, TPT dapat digunakan sebagai indikator perpindahan komponen sekaligus mencerminkan kehilangan komponen larut air yang berpotensi menurunkan rendemen dan nilai gizi produk.

2.4.3 Kadar Abu

Kadar abu mencerminkan total mineral secara kasar di dalam bahan pangan. Mineral yang terkandung dalam kentang meliputi nitrogen, fosfor, sulfur, kalsium, magnesium, serta mineral mikro seperti tembaga, mangan, boron dan seng (Mahamud *et al.*, 2016). Keragaman dan konsentrasi mineral ditentukan oleh kultivar, kondisi budidaya, dan tingkat migrasi komponen terlarut ke dalam medium air (Narwojsz *et al.*, 2020). Natrium dan magnesium tersebar relatif merata di jaringan kentang, sementara kalium cenderung memiliki konsentrasi lebih tinggi di bagian perimedula meskipun tidak berbeda nyata secara statistik ($p > 0,05$) (Adu-Poku *et al.*, 2020).

Selain berkontribusi terhadap nilai gizi, mineral juga berperan dalam mempertahankan struktur jaringan. Kation divalen seperti kalsium (Ca^{2+}) dapat berinteraksi dengan gugus karboksil bebas ($-\text{COO}^-$) pada pektin membentuk ikatan silang yang membantu mempertahankan kekuatan dinding sel dan tekstur jaringan selama proses termal (Xian *et al.*, 2024). Mineral tersebut dapat mengalami pelepasan ke dalam medium air panas selama proses *pre-treatment*. Pengujian kadar abu diperlukan untuk mengevaluasi keterkaitan antara durasi *pre-treatment* terhadap kehilangan mineral dalam kentang.

2.4.4 Konduktivitas

Konduktivitas merupakan kemampuan larutan dalam menghantarkan arus listrik yang bergantung pada jumlah ion terlarut di dalamnya. Konduktivitas air medium dalam penelitian ini digunakan sebagai indikator pelepasan mineral dari

kentang ke air dalam bentuk ion. Mineral seperti kalium (K^+), natrium (Na^+), kalsium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), klorida (Cl^-), fosfat (PO_4^{3-}), atau sulfat (SO_4^{2-}) akan terionisasi dalam larutan dan berperan sebagai pembawa muatan listrik. Secara umum, mineral memiliki kestabilan panas yang lebih tinggi dibandingkan vitamin namun tetap dapat terlarut ke dalam medium pada tingkat tertentu (Onyeka dan Ibeawuchi, 2020). Kehilangan kandungan mineral dilaporkan lebih rendah pada metode panas kering dibandingkan dengan pemanasan basah, khususnya untuk mineral yang mudah larut seperti kalium, fosfor, dan magnesium (Coe dan Spiro, 2022). Nilai konduktivitas umumnya dinyatakan dalam satuan mikroSiemens per sentimeter ($\mu S/cm$), yaitu ukuran kemampuan larutan dalam menghantarkan arus listrik pada jarak elektroda sebesar 1 cm. Peningkatan nilai konduktivitas dapat mencerminkan akumulasi ion mineral yang terlepas dari jaringan bahan. Data konduktivitas dapat dikaitkan dengan kadar abu untuk mengevaluasi hubungan antara kehilangan mineral pada kentang dan akumulasi ion di dalam air.

2.4.5 Protein

Kentang tersusun atas sekitar 77% air, 20% karbohidrat, serta komponen lain seperti protein, serat, vitamin (asam askorbat), dan mineral seperti kalium serta magnesium (Sandilya *et al.*, 2023). Protein merupakan makromolekul yang tersusun atas rantai asam amino dan berperan penting dalam berbagai fungsi biologis maupun karakteristik mutu bahan pangan. Terdapat 18 jenis asam amino dalam protein kentang sehingga nilai gizinya tinggi dan lebih unggul dibandingkan sebagian besar protein nabati dan mendekati kualitas protein telur (Bártová *et al.*,

2009). Protein kentang terdiri dari beberapa fraksi, di antaranya patatin, protease inhibitor, polifenol oksidase, lipoksigenase, dan enzim terkait sintesis pati (Bhutto *et al.*, 2024). Kemampuan protein dalam menyerap serta mengikat air berperan penting dalam menjaga tekstur dan kualitas organoleptik.

Protein dan asam amino hasil degradasinya berperan sebagai prekursor reaksi Maillard bersama gula reduksi selama pengolahan kentang suhu tinggi. Protein tersebut berpotensi *release* ke medium air selama *pre-treatment* karena aplikasi suhu tinggi memicu peningkatan gerakan molekuler dan denaturasi. Menurut (Løkra *et al.*, 2008), air sampingan industri pati kentang mengandung sekitar 5% bahan kering dan sepertiga dari bahan kering tersebut adalah protein, peptida, dan asam amino/amida. Hal ini mendasari pengujian protein dilakukan pada sampel kentang dan medium air. Penentuan kadar protein kasar pada kentang dilakukan menggunakan metode Kjeldahl, sedangkan kadar protein terlarut dalam air dianalisis dengan metode Bradford.

BAB III

MATERI DAN METODE

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni – Desember 2025 di Laboratorium Kimia dan Gizi Pangan dan Laboratorium Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang.

3.2 Materi Penelitian

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah kentang varietas Granola dengan umur panen 85 hari dan ukuran diameter 6 cm yang didapatkan dari PT. Agro Lestari Merbabu, Kabupaten Magelang. Bahan uji yang digunakan adalah akuades, tisu, selenium, indikator *methylene red* (MR), dan *methylene blue* (MB), asam sulfat teknis, H_3BO_3 4%, NaOH 45%, HCl 0,1 N, larutan *Coomassie Brilliant Blue G-250*, *Bovine Serum Albumin* (BSA), dan larutan etanol 90%.

Alat yang diperlukan adalah alat pengupas, *slicer*, mortar, gelas beaker (Iwaki, Jepang), gelas ukur (Iwaki, Jepang), labu ukur (Iwaki, Jepang), corong kaca, pengaduk kaca, mikropipet (DragonLab, Tiongkok), timbangan analitik (Ohaus, Amerika), *conductivity meter*, *hand digital refractometer* (Atago PAL-1, Jepang), spektrofotometer UV-Vis (Thermo Scientific Genesys 150, Amerika Serikat), kuvet, cawan porselin, oven (Mettler, Jerman), desikator (Shunieu, Tiongkok), penjepit kayu, sendok besi, pipet tetes, kertas saring, alat destilasi (Iwaki, Jepang), labu Kjeldahl (Iwaki, Jepang), buret, cawan tanur, dan tanur.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian mencakup rancangan penelitian, prosedur penelitian, pengujian parameter, dan analisis data.

3.3.1. Rancangan Penelitian

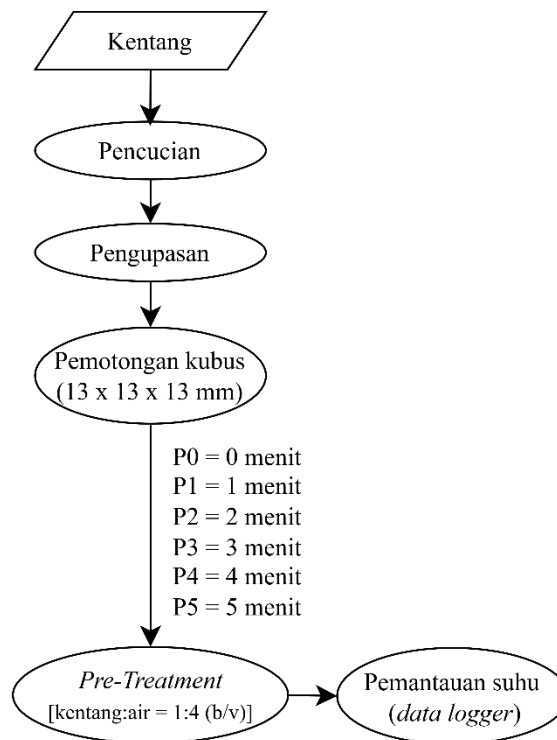
Penelitian dilakukan menggunakan metode eksperimental dengan faktor lama durasi *pre-treatment* dan dilakukan sebanyak 4 kali ulangan untuk setiap parameter. Setiap unit percobaan menggunakan rasio kentang terhadap air sebanyak 1:4 (b/v). Sampel kentang dan air diambil secara periodik setiap 1 menit untuk mendapatkan hasil pengujian selama *pre-treatment* 0 menit, 1 menit, 2 menit, 3 menit, 4 menit, dan 5 menit.

3.3.2. Prosedur Penelitian

Tahap penelitian diawali dengan pencucian, pengupasan, penimbangan, dan pemotongan kentang. Kentang disortir berdasarkan kriteria bentuk bulat utuh tanpa kerusakan fisik. Kentang dicuci dan kulit kentang dikupas. Umbi hasil pengupasan segera direndam dalam air. Pengirisan kentang dilakukan menggunakan *slicer* menjadi bentuk kubus berukuran 13 mm × 13 mm × 13 mm lalu direndam dalam baskom berisi air.

Proses *pre-treatment* dilakukan dengan rasio kentang terhadap air sebesar 1:4 (b/v) pada suhu 90°C menggunakan teknik *double boiler* dengan memastikan seluruh permukaan kentang terendam air secara sempurna. Air dalam panci bawah dipanaskan hingga mendidih dan sampel kentang dimasukkan pada gelas *stainless*

steel saat air mencapai suhu 90°C. Suhu air dalam gelas dan sampel kentang dipantau menggunakan Picolog *data logger*. Pengambilan sampel kentang dan air pemrosesan dilakukan secara periodik setiap interval waktu 1 menit selama total durasi 5 menit (0, 1, 2, 3, 4 dan 5 menit). Diagram alir proses *pre-treatment* dapat dilihat pada Ilustrasi 1.



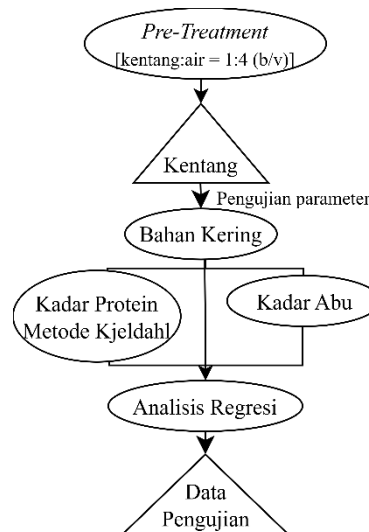
Ilustrasi 1. Diagram Alir Penelitian

3.3.3. Pengujian Parameter

Sampel kentang dianalisis untuk parameter kadar bahan kering, kadar abu, dan kadar protein (metode Kjeldahl). Sementara itu, sampel air pemrosesan dianalisis untuk parameter total padatan terlarut, konduktivitas, dan protein terlarut (metode Bradford).

A. Pengujian Sampel Kentang

Pengujian pada sampel kentang dilakukan setelah proses maserasi. Tahapan pengujian parameter pada sampel kentang dapat dilihat pada Ilustrasi 2.



Ilustrasi 2. Diagram Alir Pengujian Sampel Kentang

a. Bahan Kering

Penentuan kadar air dilakukan mengacu pada metode AOAC (2005). Cawan porselen dipanaskan pada suhu 100–105°C selama 30 menit, kemudian didinginkan di dalam desikator dan ditimbang sebagai berat cawan kosong (A). Sampel sebanyak ±2 g dimasukkan ke dalam cawan (B), lalu dikeringkan di oven bersuhu 105 °C selama 4 jam dan pengeringan dilakukan berulang hingga mencapai berat konstan. Setelah pengeringan, cawan didinginkan kembali dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang sebagai berat akhir (C). Kadar bahan kering dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ Kadar Bahan Kering} = \frac{C - A}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan:

A = Berat cawan kosong (g)

B = Berat cawan + berat sampel awal (g)

C = Berat cawan + berat sampel akhir (g)

b. Kadar Abu

Pengujian kadar abu mengacu pada AOAC (2005) dilakukan dengan cara cawan pengabuan dibakar dalam tanur, didiamkan dalam desikator, dan ditimbang. Cawan berisi 3-5 gram sampel diabukan di dalam tanur pada temperatur 400°C dan 550°C. Sampel ditempatkan dalam desikator selama 15 menit lalu ditimbang. Perhitungan persentase kadar abu dapat dilakukan dengan rumus:

$$Kadar\ Abu\ (\%) = \frac{berat\ abu\ (g)}{berat\ sampel\ (g)} \times 100\%$$

c. Kadar Protein (Metode Kjeldahl)

Analisis kadar protein kentang dilakukan menggunakan metode Kjeldahl sesuai standar AOAC (2005). Sampel kentang sebanyak 0,5 g sampel dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl berkapasitas 100 mL, kemudian ditambahkan 10 mL H₂SO₄ pekat dan 1 g katalis selenium. Campuran didestruksi selama ±60 menit hingga larutan menjadi jernih. Larutan diencerkan dengan 50 mL akuades dan dilanjutkan dengan proses destilasi. Destilat ditampung dalam erlenmeyer berisi 30 mL larutan H₃BO₃ 4% yang ditambahkan indikator campuran *Methylene Red* (MR) dan *Methylene Blue* (MB). Larutan hasil destilasi dititrasi dengan HCl 0,01 N hingga mencapai titik akhir berwarna ungu. Prosedur yang sama dilakukan pada larutan blanko menggunakan akuades. Kadar nitrogen dihitung menggunakan persamaan:

$$\% \text{ Nitrogen} = \frac{(V_{\text{sampel}} - V_{\text{blanko}}) \times N_{\text{HCl}} \times 14,008}{W \times 1000} \times 100\%$$

Keterangan:

V = Volume HCl untuk titrasi (mL)

N = Normalitas HCl (0,01 N)

14,008 = Berat atom Nitrogen

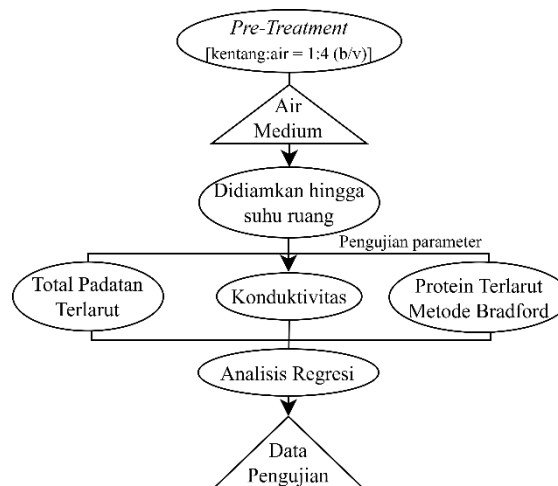
W = Berat sampel (g)

Persentase kadar protein didapatkan dari kandungan nitrogen yang dikali dengan faktor konversi 6,25. Faktor konversi diperoleh dari standar rata-rata kandungan nitrogen yang terkandung dalam protein sebesar 16%. Kadar protein tersebut kemudian dikalikan dengan kadar air untuk memperoleh nilai kadar protein kasar pada bahan keringnya.

$$\text{Kadar Protein BK} = \frac{\% \text{ Kadar Protein}}{\% \text{ Bahan Kering}} \times 100$$

B. Pengujian Sampel Air

Pengujian parameter dilakukan setelah air didiamkan hingga mencapai suhu ruang ($25 \pm 2^\circ\text{C}$). Tahapan pengujian parameter dapat dilihat pada Ilustrasi 2.



Ilustrasi 3. Diagram Alir Pengujian Sampel Air

a. Total Padatan Terlarut

Pengujian total padatan terlarut dilakukan dengan menggunakan alat *hand-refractometer*. Alat dikalibrasi menggunakan akuades dan tisu sebelum digunakan. Air diambil dan didinginkan hingga mencapai suhu ruang. Lalu sampel air ditetaskan sebanyak 3 – 4 tetes pada bagian prisma hingga tertutup sempurna. Hasil pengukuran ditampilkan pada *display* refraktometer dan dinyatakan dalam bentuk persen °Brix (Misto *et al.*, 2016). Perhitungan total padatan terlarut dapat dinyatakan secara langsung berdasarkan rata-rata hasil pembacaan refraktometer.

b. Konduktivitas

Pengukuran konduktivitas dilakukan sesuai dengan metode Irwan dan Afdal (2016) menggunakan *conductivity meter*. Elektroda dibilas dengan akuades dan dikeringkan sebelum digunakan. Sampel air sebanyak 30 ml didinginkan hingga suhu ruang ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) untuk memastikan akurasi pembacaan. Elektroda dicelupkan ke dalam sampel hingga diperoleh pembacaan stabil. Elektroda dibilas dengan akuades dan diusap tisu setiap pergantian sampel. Hasil pengukuran dinyatakan dalam satuan $\mu\text{S/cm}$.

c. Kadar Protein Terlarut (Metode Bradford)

Analisis kadar protein terlarut metode Bradford dilakukan dengan prosedur dari Karimi *et al.* (2022) yang dimodifikasi. Reagen Bradford disiapkan dengan melarutkan 50 mg *Coomassie Brilliant Blue G-250* ke dalam 25 mL etanol 90%, kemudian ditambahkan 50 mL asam fosfat (H_3PO_4) hingga pewarna larut sempurna.

Larutan diencerkan dengan akuades hingga volume akhir 500 mL dan disaring menggunakan kertas saring halus.

Larutan standar dibuat dengan melarutkan 50 mg *Bovine Serum Albumin* (BSA) dalam 25 mL akuades sehingga diperoleh konsentrasi 2 mg/mL. Larutan ini kemudian diencerkan menjadi lima konsentrasi (0,05; 0,10; 0,15; 0,20; dan 0,25 mg/mL). Masing-masing larutan standar diambil 1 mL dalam *centrifuge tube*, lalu ditambahkan 9 mL reagen Bradford. Larutan blanko dibuat dari campuran 1 mL akuades dan 9 mL reagen yang sama. kemudian dilakukan vortex dan didiamkan pada suhu ruang selama 10 menit. Absorbansi diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 595 nm. Nilai digunakan untuk menyusun kurva standar dengan persamaan regresi $y = ax + b$.

Sampel diuji dengan cara diencerkan (1–3 kali), kemudian diambil 1 mL dan dicampur dengan 9 mL reagen Bradford. Larutan dihomogenisasi menggunakan vortex dan didiamkan selama 10 menit pada suhu ruang. Nilai absorbansi larutan sampel diukur pada panjang gelombang yang sama, yaitu 595 nm. Kadar protein terlarut dihitung berdasarkan persamaan kurva standar dan dikoreksi dengan faktor pengenceran untuk memperoleh konsentrasi protein dalam sampel. Hasil pengukuran dinyatakan dalam satuan mg/mL. Apabila data kadar protein terlarut air akan dibandingkan dengan kadar protein kasar kentang, hasil data kadar protein terlarut dikonversi ke dalam satuan persen (%).

3.3.4. Perhitungan Kinetika Reaksi

Kinetika perubahan mutu produk dapat dinyatakan dengan persamaan dasar:

$$\text{orde ke} - n = \frac{dC}{dt} = -k \cdot C^n \quad (1)$$

$$C - C_0 = -kt \quad \text{reaksi orde 0 (n=0)} \quad (2)$$

$$\ln \frac{C}{C_0} = -kt \quad \text{reaksi orde 1 (n=1)} \quad (3)$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_0} + kt \quad \text{reaksi orde 2 (n=2)} \quad (4)$$

dimana dC adalah perubahan konsentrasi substrat/produk, dt merupakan perubahan atau durasi waktu pada limit mendekati 0, k merupakan konstanta laju reaksi, n merupakan tingkat orde reaksi, dan tanda $(-)$ menyatakan berkurangnya konsentrasi terhadap suatu waktu t adalah waktu reaksi (s). Persamaan tersebut akan menghasilkan nilai konstanta laju reaksi (k) dalam fungsi waktu (t). Persamaan disesuaikan dengan kondisi reaksi mengikuti orde nol, satu, dua, dan seterusnya. Penentuan orde dilakukan dengan plot sumbu x dan sumbu y pada grafik dan menentukan nilai R^2 yang paling mendekati nilai satu (Yuwono *et al.*, 2022).

3.3.5. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan melihat plot orde reaksi mendeskripsikan hasil uji dan memodelkan perhitungan parameter kinetika pada perlakuan berbagai waktu pemanasan yang diolah menggunakan Microsoft Excel versi 2021. Hubungan *release component* antarparameter diilustrasikan dengan menggunakan Diagram Sankey.