

**RENDEMEN (*YIELD*), AKTIVITAS, pH OPTIMAL, DAN SUHU OPTIMAL
ENZIM PEKTIN METIL ESTERASE KENTANG (*Solanum tuberosum* L.)
VARIETAS GRANOLA DAN ATLANTIK**

SKRIPSI

Oleh

TRI ZAHRA DESVINA WANDANI



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

RENDEMEN (*YIELD*), AKTIVITAS, pH OPTIMAL, DAN SUHU OPTIMAL
ENZIM PEKTIN METIL ESTERASE KENTANG (*Solanum tuberosum* L.)
VARIETAS GRANOLA DAN ATLANTIK

Oleh

TRI ZAHRA DESVINA WANDANI
NIM : 23020121120022

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 : Tri Zahra Desvina Wandani
NIM : 23020121120022
Program Studi : S-1 Teknologi Pangan

dengan ini menyatakan sebagai berikut:

1. Skripsi yang berjudul: **RENDEMEN (YIELD), AKTIVITAS, pH OPTIMAL, DAN SUHU OPTIMAL ENZIM PEKTIN METIL ESTERASE KENTANG (*Solanum tuberosum* L.) VARIETAS GRANOLA DAN ATLANTIK** dan penelitian yang terkait dengan skripsi ini merupakan karya penulis 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 **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,



(Tri Zahra Desvina Wandani)

Pembimbing Utama

Mengetahui:

Pembimbing Anggota



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



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

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : RENDEMEN (*YIELD*), AKTIVITAS, pH OPTIMAL, DAN SUHU OPTIMAL ENZIM PEKTIN METIL ESTERASE KENTANG (*Solanum tuberosum* L.) VARIETAS GRANOLA DAN ATLANTIK

Nama Mahasiswa : TRI ZAHRA DESVINA WANDANI

Nomor Induk Mahasiswa : 23020121120022

Program Studi/Departemen : S-1 TEKNOLOGI PANGAN/DEPARTEMEN PERTANIAN

Fakultas : PETERNAKAN DAN PERTANIAN

Telah disidangkan di hadapan Tim Penguji
dan dinyatakan lulus pada tanggal ...29 JUN 2026

Pembimbing Utama



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

Pembimbing Anggota



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

Ketua Program Studi



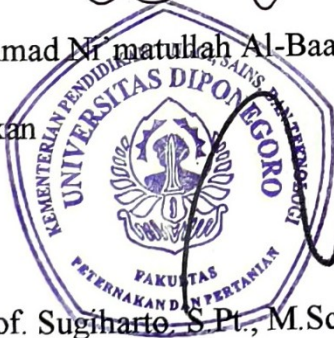
(Ahmad Ni'matullah Al-Baarri, S.Pt., M.P., Ph.D.)

Ketua Panitia Ujian Akhir Program



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

Dekan



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

Ketua Departemen Pertanian



(Ahmad Ni'matullah Al-Baarri, S.Pt., M.P., Ph.D.)

RINGKASAN

TRI ZAHRA DESVINA WANDANI. 23020121120022. 2026. Rendemen (*Yield*), Aktivitas, pH Optimal, dan Suhu Optimal Enzim Pektin Metil Esterase Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Varietas Granola dan Atlantik. (Pembimbing: **SETYA BUDI MUHAMMAD ABDUH** dan **SRI MULYANI**).

Enzim Pektin Metil Esterase (PME) berperan sebagai katalisator pada proses demetilesterifikasi jaringan pektin yang merupakan penentu tekstur dari komoditas hortikultura, seperti kentang. Kentang Granola dan Atlantik merupakan varietas yang umum dibudidayakan dan dimanfaatkan di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana perbedaan varietas kentang dapat memengaruhi rendemen, aktivitas, pH optimal serta suhu optimal dari enzim PME yang terkandung di dalamnya.

Penelitian berlangsung selama 9 bulan dari Mei 2024 hingga Februari 2025 di Laboratorium Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian serta Laboratorium Kimia dan Gizi Pangan Universitas Diponegoro. Penelitian dimulai dengan ekstraksi PME untuk dihitung rendemennya dan dilanjutkan pengujian aktivitas enzim PME pada rentang pH 7-11 dan suhu 25°C, 40°C, 50°C, dan 60°C dengan 3 kali ulangan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen *crude enzyme* PME pada varietas Granola dan Atlantik masing-masing sebesar 0,5177% dan 2,3992%. Aktivitas enzim pada pH 7 berturut-turut 0,0232 dan 0,0131 unit/ml, pada pH 8 menjadi 0,1047 dan 0,2675 unit/ml, kemudian pada pH 9 meningkat menjadi 0,4303 dan 0,3178 unit/ml, pada pH 10 aktivitas enzim mencapai 0,4647 dan 0,6035 unit/ml, hingga akhirnya aktivitas tertinggi diperoleh pada pH 11 yaitu sebesar 0,8451 dan 0,8543 unit/ml. Pengujian suhu pada varietas Granola menunjukkan aktivitas tertinggi pada suhu 25°C yaitu sebesar 0,0911 unit/ml kemudian terus menurun pada suhu 40°C, 50°C, dan 60°C menjadi 0,0164; 0,0139; 0,0111 unit/ml. Begitupun dengan varietas Atlantik yang memiliki aktivitas tertinggi di suhu 25°C yaitu sebesar 0,1042 unit/ml dan mengalami penurunan berturut-turut pada suhu 40°C, 50°C, dan 60°C menjadi 0,0750; 0,0036, dan 0,0037 unit/ml.

Simpulan dari penelitian ini adalah rendemen *crude enzyme* PME Atlantik lebih besar dibandingkan Granola, aktivitas *crude enzyme* PME secara keseluruhan lebih besar pada varietas Atlantik, pH optimal dan suhu optimal *crude enzyme* PME kedua varietas sama, yaitu pH 11 dan suhu 25°C.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, Tuhan semesta alam yang telah memberikan keberkahan dan kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Rendemen (*Yield*), Aktivitas, pH Optimal, dan Suhu Optimal Enzim Pektin Metil Esterase Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Varietas Granola dan Atlantik. Penyelesaian skripsi ini tentunya tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak yang selalu memberikan kesempatan, masukan, informasi, bahkan kemudahan tanpa henti bagi penulis. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Setya Budi Muhammad Abduh, S.Pt., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, dan motivasi kepada penulis agar dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi dengan baik.
2. Dr. Sri Mulyani S.Pt., M.P. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, dan motivasi kepada penulis agar dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi dengan baik.
3. Prof. Sugiharto, S. Pt., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menempuh pendidikan di Program Studi S-1 Teknologi Pangan.
4. Ahmad Ni'matullah Al-Baarri, S.Pt., M.P., Ph.D. selaku Ketua Departemen Pertanian, serta Ketua Program Studi S-1 Teknologi Pangan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk melaksanakan penelitian.
5. Prof. Yoyok Budi Pramono, S.Pt., M.P., IPM selaku dosen wali yang menjadi mentor selama perkuliahan
6. Setya Budi Muhammad Abduh, S.Pt., M.Sc., Ph.D. selaku Koordinator Laboratorium Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro yang telah memberikan kesempatan dan membantu penulis dalam melaksanakan penelitian.

7. Seluruh dosen dan staff administrasi Program Studi S-1 Teknologi Pangan yang telah membantu penulis selama masa perkuliahan.
8. Ibu Denny, Mbak Ami, Mbak Iki, Bang Aan, Gauzan, dan Hagia selaku keluarga tersayang penulis yang tak pernah henti mendoakan, memberikan support secara moral dan material.
9. Mbak defi, Ika, Ian, Ama, Atifah, dan Dwi yang selalu hadir secara langsung maupun daring dalam suka dan duka penulis selama menyusun skripsi.
10. Tim penelitian kentang 2021 yaitu Ghina, Martha, Novi, Arif, Fara, Eca, Eden, Joey, Putri, Zizi, Dhila, Farah, dan Saras yang menjadi partner penelitian terbaik.
11. Teman-teman perkuliahan penulis yaitu Lala, Raissa, Vania, dan Tara yang menemani penulis selama berkuliah hingga saat ini.
12. Asisten Teknologi Pangan 2021 yang selalu menyemangati dan membagikan segala informasi.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran agar skripsi ini dapat lebih baik dan harapannya dapat menjadi manfaat untuk banyak pihak.

Semarang, Juni 2026

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR ILUSTRASI	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan dan Manfaat	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Kentang	3
2.2. Enzim Pektin Metil Esterase (PME)	5
2.3. Aktivitas Enzim PME	8
2.4. Nilai pH Optimal	8
2.5. Suhu Optimal	9
BAB III. MATERI DAN METODE	11
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian	11
3.1. Materi Penelitian	11
3.2. Metode Penelitian	12
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1. <i>Yield Crude Enzyme</i> PME	18
4.2. Aktivitas <i>Crude Enzyme</i> PME	19

4.3. Nilai pH Optimal	21
4.4. Suhu Optimal	24
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN	27
5.1. Simpulan	27
5.2. Saran	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	32
RIWAYAT HIDUP	38

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. <i>Yield Crude Enzyme</i> PME Varietas Granola dan Atlantik ...	18
Tabel 2. Rerata Nilai Aktivitas <i>Crude Enzyme</i> PME	19

DAFTAR ILUSTRASI

	Halaman
Ilustrasi 1. Struktur 3D Enzim PME.....	6
Ilustrasi 2. Diagram Alir Proses Pembentukan Endapan PME	13
Ilustrasi 3. Diagram Alir Proses Ekstraksi <i>Crude Enzyme</i> PME	14
Ilustrasi 4. Grafik Pengaruh Variasi pH terhadap Aktivitas PME	22
Ilustrasi 5. Grafik Pengaruh Variasi Suhu terhadap Aktivitas PME ..	24

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Hasil Uji Aktivitas <i>Crude Enzyme</i> PME Varietas Granola dan Atlantik	32
Lampiran 2. Hasil Uji Suhu Optimal <i>Crude Enzyme</i> PME Varietas Granola dan Atlantik	33
Lampiran 3. Hasil Uji t Aktivitas <i>Crude Enzyme</i> PME Kentang Granola dan Atlantik pada Berbagai Variasi pH	34
Lampiran 4. Dokumentasi Kegiatan Penelitian	35

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan salah satu komoditas penting dalam industri pangan, terutama sebagai bahan baku kentang goreng beku dan keripik kentang yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Varietas Atlantik menjadi pilihan utama industri pangan karena memiliki kadar pati tinggi dan gula reduksi rendah sehingga menghasilkan produk yang lebih renyah dan berwarna kuning keemasan (Islam *et al.*, 2022). Namun, ketersediaan kentang Atlantik masih terbatas dibandingkan varietas Granola yang lebih banyak dibudidayakan petani. Selain itu, kentang Granola menghasilkan tekstur olahan yang lebih lunak sehingga kurang diminati sebagai bahan baku industri (Aydogan dan Turhan, 2025). Kondisi ini mendorong perlunya pemahaman mengenai faktor-faktor yang memengaruhi perbedaan tekstur kedua varietas tersebut guna mendukung pengembangan Granola sebagai alternatif bahan baku industri pengolahan kentang.

Faktor yang berperan dalam pembentukan tekstur kentang adalah pektin. Pektin merupakan komponen utama dinding sel yang memengaruhi kekuatan dan kekompakan jaringan (Al-Baarri *et al.*, 2023). Struktur pektin dapat dimodifikasi oleh enzim pektin metil esterase (PME) melalui proses demetilesterifikasi sehingga memungkinkan terbentuknya struktur *egg-box* model dengan ion Ca^{2+} yang memperkuat dinding sel (Kumar *et al.*, 2023). Oleh karena itu, aktivitas PME

berpengaruh terhadap kemampuan jaringan kentang mempertahankan tekstur selama proses pengolahan seperti *blanching* dan penggorengan.

Berbagai penelitian telah melaporkan bahwa aktivitas PME dipengaruhi oleh pH, suhu, dan varietas tanaman. Namun, informasi mengenai PME pada kentang Granola dan Atlantik yang banyak dibudidayakan di Indonesia masih terbatas. Selain itu, penelitian yang secara langsung membandingkan aktivitas PME kedua varietas pada berbagai kondisi pH dan suhu untuk mendukung pengembangan bahan baku industri pengolahan kentang belum banyak dilakukan.

Pemanfaatan PME pada industri pangan yaitu untuk meningkatkan kestabilan termal jaringan (Li *et al.*, 2025), mempertahankan tekstur dan kekokohan produk atau komoditas berbasis pektin sehingga mutu simpan dapat lebih panjang (Soares *et al.*, 2025) dan membantu penjernihan jus (Patel *et al.*, 2022). Pada penelitian ini aplikasi tersebut belum dilakukan, namun karakterisasi merupakan tahap awal yang diperlukan sebelum PME dapat dimanfaatkan lebih lanjut.

1.2 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan varietas kentang terhadap rendemen, aktivitas, pH optimal, dan suhu optimal enzim PME. Manfaat dari penelitian ini yaitu untuk menyediakan informasi mengenai aktivitas enzim PME pada kentang Granola dan Atlantik yang dapat digunakan sebagai dasar pengendalian tekstur dalam proses pengolahan kentang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kentang

Kentang merupakan komoditas hortikultura serbaguna yang dimanfaatkan dalam skala rumahan maupun industri. Kentang mengandung pati dan pektin yang sangat menentukan sifat fisikokimia serta mutu sensoris kentang terutama tekstur yang menjadi aspek utama penerimaan konsumen terhadap produk. Tekstur kentang sangat dipengaruhi oleh kandungan pati, kadar air, amilosa-amilopektin, kadar bahan kering, serta struktur dinding sel (Liu *et al.*, 2026). Berdasarkan karakteristik teksturnya, kentang dikelompokkan menjadi *waxy* dan *mealy*. Kentang *waxy* bertekstur *moist*, padat, dan tidak mudah hancur setelah sedangkan kentang *mealy* bertekstur kering, dan mudah hancur (Wang *et al.*, 2025; Yang *et al.*, 2021).

Kentang yang umum dibudidayakan di Indonesia adalah berjenis Granola, Atlantik, dan Dieng. Kentang dengan varietas Granola dan Atlantik menjadi varietas yang paling banyak dibudidayakan petani Indonesia dan umum dijumpai di dataran tinggi (Rahmawati *et al.*, 2021). Kedua jenis kentang ini banyak dibudidayakan karena ketahanannya terhadap penyakit dan memiliki nilai ekonomis yang prospektif. Kentang dapat diolah menjadi berbagai produk seperti kentang goreng, keripik kentang, kentang panggang, kentang tumbuk, pati kentang, serta berbagai produk pangan berbasis pati lainnya. Keduanya memiliki karakteristik fisikokimia yang berbeda sehingga menghasilkan tekstur dan produk pengolahan yang berbeda pula.

2.1.1 Kentang Granola

Kentang Granola memiliki karakteristik bentuk oval, dengan umbi dan kulit berwarna kuning yang di Indonesia banyak dimanfaatkan sebagai kentang dapur (Hidayah *et al.*, 2017). Kentang Granola dikenal sebagai varietas tipe *waxy* karena kandungan kadar air dan amilopektin yang relatif tinggi (Wang *et al.*, 2025). Tingginya kadar air menyebabkan jaringan umbi Granola menjadi lebih padat, dan tidak mudah hancur setelah pemasakan. Selain itu, kandungan amilosa Granola yang relatif lebih rendah menghasilkan tekstur yang lebih *moist* dan halus.

Karakteristik tersebut menjadikan kentang Granola lebih sesuai untuk konsumsi segar maupun pengolahan yang mempertahankan bentuk umbi, seperti kentang rebus, sup, perkedel, atau berbagai masakan rumah tangga lainnya. Namun jenis kentang Granola ini tidak cocok untuk industri. Kandungan gula reduksi yang tinggi menghasilkan produk Granola berwarna kecoklatan ketika diolah menggunakan metode pemanasan kering bersuhu tinggi (Liu *et al.*, 2025). Selain itu amilopektin lebih dari 90% pada kentang *waxy* serta kadar air yang tinggi menyebabkan proses pengeluaran air selama penggorengan berlangsung lebih lambat sehingga produk kentang goreng yang dihasilkan cenderung kurang renyah (Tong *et al.*, 2023). Tentunya hal ini akan sangat menentukan daya beli konsumen terhadap produk. Meski begitu, Granola masih menjadi andalan petani karena sifat adaptifnya yang baik. Kentang Granola memiliki umur panen pendek sekitar 90 hari, adaptasi luas, produktivitas tinggi, dengan ketahanan yang cukup baik dari layu bakteri (Putri *et al.*, 2015).

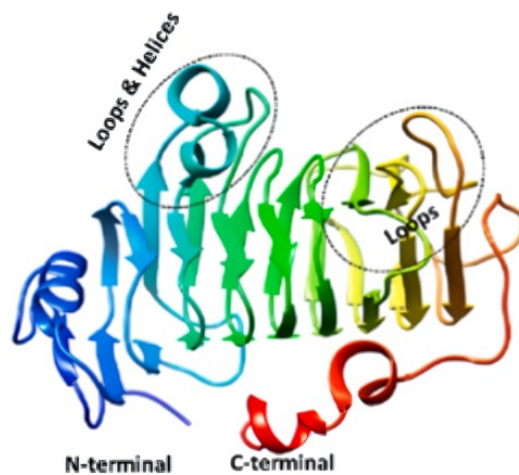
2.1.2 Kentang Atlantik

Kentang Atlantik memiliki karakteristik berbentuk bulat, berwarna putih pada bagian umbi dan kulitnya yang umum dimanfaatkan industri pangan untuk produk kentang goreng, keripik, maupun kentang panggang (Muhibuddin, 2016). Kentang Atlantik termasuk tipe *mealy* yang memiliki kadar bahan kering dan kandungan amilosa lebih tinggi sehingga menghasilkan tekstur yang lebih kering, bertepung, dan mudah hancur setelah pemasakan. Kandungan bahan kering merupakan parameter penting dalam industri pengolahan kentang karena berhubungan dengan rendemen produk, tekstur, serta efisiensi proses penggorengan. Tingginya kadar bahan kering berkontribusi terhadap rendahnya penyerapan minyak selama penggorengan dan menghasilkan tekstur yang lebih renyah (Islam *et al.*, 2022).

Selain itu, kandungan amilosa yang tinggi menyebabkan peningkatan tekanan internal sel kemudian mendorong terjadinya pemisahan antarsel sehingga menghasilkan tekstur yang lebih kering, rapuh, dan renyah (Moens *et al.*, 2021). Gula reduksi yang terkandung dalam kentang Atlantik pun tergolong rendah sehingga warna produk yang dihasilkan lebih cerah, seragam, dan menarik bagi konsumen. Kadar gula reduksi yang rendah mampu menekan intensitas reaksi Maillard selama proses penggorengan sehingga warna yang dihasilkan lebih seragam dan cerah (Islam *et al.*, 2022). Berdasarkan karakteristik tersebut menjadikan kentang Atlantik sebagai varietas utama untuk industri keripik kentang dan kentang goreng.

2.2 Enzim Pektin Metil Esterase (PME)

Enzim ini ditemukan secara luas pada jaringan tumbuhan, terutama pada dinding sel primer dan lamela tengah yang kaya akan pektin. Pada tumbuhan, PME berperan dalam proses pertumbuhan, perkembangan organ, diferensiasi sel, pematangan jaringan, serta modifikasi sifat mekanik dinding sel melalui perubahan derajat metilasi pektin (Coculo *et al.*, 2022). Keberadaan PME pada jaringan tersebut menjadikan enzim ini sebagai salah satu faktor penting yang menentukan tekstur umbi



Ilustrasi 1. Struktur 3D Enzim PME (Kumar *et al.*, 2023)

Pektin metil esterase (PME) merupakan enzim hidrolase pemutus ikatan ester asam galakturonat dan gugus metil pada pektin. PME berperan sebagai katalis demetilasi gugus ester metoksil pada pektin yang merupakan komponen dominan dalam matriks dinding sel komoditas tumbuhan (Kumar *et al.*, 2023). PME

berperan dalam proses modifikasi pektin, sang agen penguat pada dinding sel tanaman. Adanya modifikasi pektin menginisiasi terjadinya perubahan tekstur pada komoditas. PME memegang peranan besar dalam perubahan struktur pektin, umumnya mendorong pembentukan gel pektat Ca^{2+} pada dinding sel sehingga hasilkan tekstur keras pada komoditas (Wormit dan Usadel, 2018). Namun terkadang dapat bereaksi sebaliknya, yaitu melonggarkan dinding sel sehingga mendorong terjadinya depolimerisasi oleh poligalakturonase yang hasilkan tekstur lunak pada komoditas (Hasegawa *et al.*, 2023).

Pola demetilesterifikasi pada PME dapat berupa prosesif atau non-prosesif. Pola prosesif atau pola blok akan mendemetilesterifikasi asam galakturonat secara berurutan sehingga dihasilkan molekul negatif yang berderet dan lebih cepat berikatan dengan Ca^{2+} yang hasilkan tekstur yang keras (Hocq *et al.*, 2024). Pola non-prosesif akan mendemetilesterifikasi asam galakturonat pada pektin satu per satu secara acak sehingga menjadi target utama poligalakturonase untuk mendepolimerisasi pektin dan hasilkan tekstur lunak (Yu *et al.*, 2022)

Proses enzimatis PME melibatkan pelepasan gugus metil dari substrat yaitu rantai homogalakturonat melalui proses deesterifikasi, menghasilkan metanol dan asam poligalakturonat atau yang biasa dikenal dengan asam pektat sebagai produk samping (Dorokhov *et al.*, 2018; Yadav *et al.*, 2023). Pelepasan gugus metil mengakibatkan penurunan derajat metilasi pada pektin. Selama penyimpanan pasca panen komoditas tumbuhan, terjadi perubahan aktivitas PME yang dapat memicu degradasi pektin secara bertahap. Maka dari itu, perlu dilakukan pemantauan aktivitas PME pada komoditas.

2.3 Aktivitas Enzim PME

Aktivitas enzim merupakan banyaknya kuantitas enzim aktif yang ada pada suatu bahan. Kuantitas enzim umumnya selaras dengan tingkat kecepatan enzim dalam mengkatalis reaksi. Aktivitas enzim PME adalah kemampuan enzim PME untuk mengkatalisis pelepasan gugus metil dari pektin dan menghasilkan gugus COO^- berupa asam pektat (Hong and Lee, 2017). Aktivitas enzim diekspresikan dalam satuan unit/mL. Satu unit aktivitas PME didefinisikan sebagai banyaknya enzim yang dibutuhkan untuk membentuk 1 μmol gugus COO^- dalam satu menit (Lucie G. Moens et al., 2021).

Semakin besar aktivitas enzim, semakin banyak gugus COO^- yang dihasilkan. Perubahan tekstur yang terjadi bergantung pada senyawa yang berikatan dengan gugus COO^- (Shin *et al.*, 2021). Banyaknya enzim aktif dapat memengaruhi tingkat kecepatan enzim dalam mempercepat reaksi kimia. Aktivitas enzim dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain suhu, pH lingkungan, jumlah substrat, serta ada tidaknya inhibitor atau aktivator (Kazimova *et al.*, 2021)

2.4 Nilai pH Optimal Enzim PME

Nilai pH merupakan salah satu faktor penting yang dapat memengaruhi kerja enzim dalam mengkatalis reaksi. Enzim dapat mencapai aktivitas maksimal pada pH tertentu. Nilai pH ketika enzim mencapai aktivitas maksimum ini disebut sebagai nilai pH optimal (Rukmini & Suryaningsih, 2025). Aktivitas enzim sangat dipengaruhi derajat keasaman (nilai pH) lingkungannya. Nilai pH dapat mengubah muatan asam amino yang merupakan penyusun utama enzim (Prihatini *et al.*, 2021).

Perubahan pH dapat menyebabkan penurunan aktivitas enzim yang disebabkan adanya denaturasi protein. Nilai pH optimal penting dalam aktivitas enzim karena berpengaruh pada kecepatan reaksi biokimia yang dapat berpengaruh pada rasa, tekstur, serta nutrisi komoditas. Setiap enzim memiliki pH optimal yang berbeda-beda, bahkan enzim yang sama dapat memiliki pH optimal berbeda tergantung pada sumbernya (Rukmini & Suryaningsih, 2025). PME pada buah kaktus optimal pada pH 7 (Aksay *et al.*, 2025), pepaya pada pH 8 (Kotnala *et al.*, 2018), dan *Datura stramonium* pada pH 9 (Dixit *et al.*, 2013). Pengetahuan mengenai pH optimal enzim dapat meningkatkan metode penanganan komoditas. Masa simpan suatu komoditas dapat diperpanjang tanpa mengorbankan kualitas produknya. Jika enzim berada pada kondisi pH di luar kisaran optimalnya, maka struktur tiga dimensi enzim dapat terganggu. Akibatnya, kemampuan enzim dalam mengkatalisis reaksi kimia menurun, yang berpotensi menyebabkan perubahan pada rasa, tekstur, dan kandungan gizi suatu produk pangan.

2.5 Suhu Optimal Enzim PME

Aktivitas enzim dipengaruhi oleh suhu. Suhu ketika enzim mencapai titik tertinggi disebut sebagai suhu optimal. Suhu optimal bervariasi untuk setiap enzim. Suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan denaturasi sedangkan suhu yang lebih rendah dari suhu optimal akan mengurangi aktivitas enzim, yang mengakibatkan perlambatan laju reaksi (Eğilmez and Haspolat, 2024).

Suhu optimal PME bervariasi tergantung pada sumbernya. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan suhu optimal PME melon musk pada 30°C

(Prabhudev and Sneharani, 2020), suhu optimal PME pepaya pada 60°C (Kotnala et al., 2018), suhu optimal PME tomat pada 55-60°C (Santos *et al.*, 2020), suhu optimal PME lemon pada 45°C (Bakshi and Ananthanarayan, 2021), suhu optimal PME apricot alyanak pada 60°C (Ünal and Şener, 2013).

BAB III

MATERI DAN METODE

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Mei 2024 hingga bulan Februari tahun 2025. Penelitian dilakukan di Laboratorium Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian serta Laboratorium Kimia dan Gizi Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang.

3.2 Materi Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kentang varietas Granola dan Atlantik (Agrolestari Merbabu, Kabupaten Magelang), natrium bisulfit (Smart-Lab, Indonesia), pektin apel (DE: 65-70%, Himedia, India), Tris (hydroxymethyl) aminomethane (Merck, Jerman), NaCl (Merck, Jerman), ammonium sulfat (Merck, Jerman), NaOH (Merck, Jerman), HCl (Merck, Jerman).

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah wadah, pisau, *peeler*, parutan, timbangan digital, timbangan analitik (SHIMADZU, Filipina), *showcase* (Polytron, Indonesia), botol kaca (Duran, Jerman), gelas *beaker* (IWAKI, Jepang), batang pengaduk kaca, *microcentrifuge tube* (vol: 2 ml, Biologix, Cina), *refrigerated centrifuge* (Ohaus, Cina), mikropipet (vol: 2-1000 μ l, Dragon Lab, Cina), vortex (DLab, Amerika Serikat), *shaker*, *magnetic bar*, *hotplate & magnetic stirrer* (Thermo Scientific, Amerika Serikat), gelas ukur (IWAKI, Jepang), *freezer* (GEA,

Indonesia), buret basa (Pyrex, Indonesia), statif, digital pH meter (Ohaus, Cina), waterbath (B-one, Indonesia), *thermometer*, *capillary tube*, *syringe*.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian ini meliputi rancangan penelitian, prosedur penelitian, pengujian parameter, dan analisis data. Rinciannya disampaikan sebagai berikut.

3.3.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang dilakukan berupa proses ekstraksi enzim PME, penentuan rendemen dengan metode gravimetri, pengujian aktivitas, pengujian pH optimal enzim, dan pengujian suhu optimal enzim dengan metode titrasi. Pengujian aktivitas, pH optimal, dan suhu optimal dilakukan 3 kali ulangan.

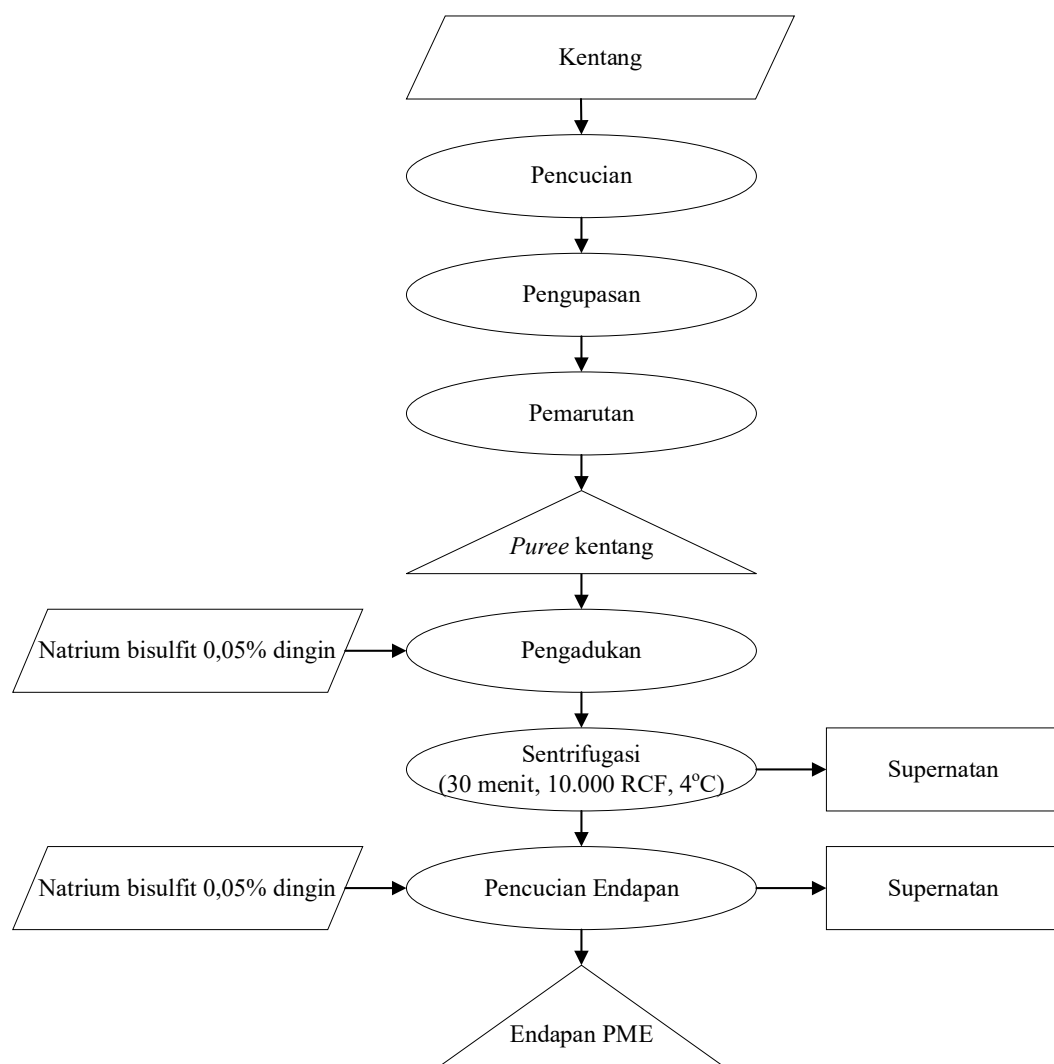
3.3.2 Prosedur Penelitian

a. Proses Ekstraksi Enzim PME

Enzim PME yang terdapat pada kentang diekstraksi dengan mengacu pada penelitian Moens *et al.*, 2021 dengan modifikasi. Proses ekstraksi PME pada kentang dibagi menjadi dua proses besar, yaitu: pembuatan *puree* kentang hingga pencuciannya yang hasilkan endapan PME dan proses ekstraksi PME itu sendiri. *Puree* kentang Granola dan Atlantik yang digunakan secara berturut-turut sebesar 52,3427 g dan 286,4700 g.

Kentang segar dicuci, dikupas, dan diparut sehingga dihasilkan *puree* kentang segar. *Puree* kentang ditimbang kemudian diaduk dalam larutan natrium bisulfit

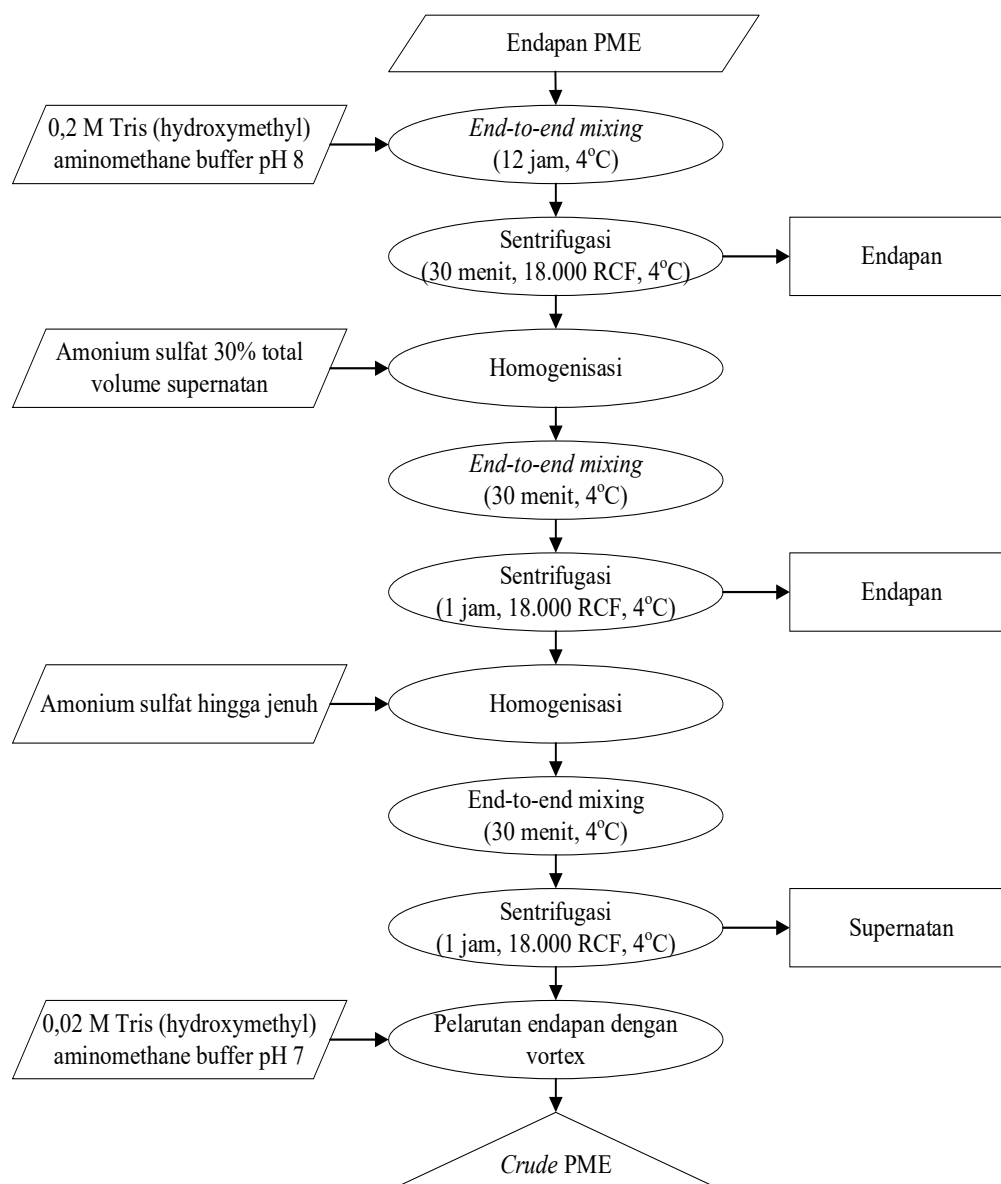
0,05% dingin untuk cegah pencoklatan. Campuran dimasukkan ke dalam *centrifuge tube* berukuran 2 ml untuk disentrifugasi selama 30 menit pada kecepatan 10.000 RCF bersuhu 4°C. Endapan yang terbentuk dicuci dalam larutan natrium bisulfit 0,05% dingin dengan bantuan vortex. Campuran didiamkan sebentar hingga endapan terbentuk dan supernatan pencucian dapat dibuang. Proses tersebut dapat dilihat pada ilustrasi berikut.



Keterangan: RCF= *Relative Centrifugal Force*

Ilustrasi 2. Diagram Alir Proses Pembentukan Endapan PME

Endapan setelah pencucian ditambahkan larutan buffer tris pH 8 dan dilakukan pencampuran menyeluruh dari ujung sampel hingga ujung lain dari sampel (*end-to-end mixing*) pada suhu 4°C selama 12 jam. Campuran disentrifugasi, supernatan diukur volumenya untuk acuan penambahan bubuk amonium sulfat hingga jenuh. Larutan disentrifugasi, supernatan dibuang, endapan dilarutkan dengan buffer tris pH 7. Proses tersebut ada pada ilustrasi berikut.



Ilustrasi 3. Diagram Alir Proses Ekstraksi *Crude Enzyme* PME

3.3.3 Pengujian Parameter

a. Penentuan Rendemen

Penentuan rendemen dilakukan dengan membandingkan berat *crude enzyme* PME (tanpa larutan buffer tris) dengan berat *puree* kentang yang digunakan kemudian dikali dengan 100% agar data yang tercantum dalam bentuk persen.

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat } \textit{crude enzyme} \text{ PME}}{\text{Berat } \textit{puree} \text{ kentang}} \times 100\%$$

b. Pengukuran Aktivitas *Crude Enzyme* PME

Pengukuran aktivitas *Crude Enzyme* PME mengacu pada Moens *et al.*, 2021 dengan modifikasi. Enzim PME yang tersimpan beku -40°C dilakukan proses *thawing* pada suhu ruang. Untuk mereaksikan enzim, dibuat larutan pektin apel 0,35% yang mengandung 0,117 M NaCl sebagai substrat. Sejumlah 0,5 ml enzim PME direaksikan dengan 30 ml pektin apel. Nilai pH campuran diukur segera kemudian dititrasi menggunakan NaOH 0,01 M agar dapat dipertahankan pada pH 7 selama 20 menit.

Banyaknya NaOH yang digunakan menentukan aktivitas dari enzim PME. Unit aktivitas enzim PME dihitung menggunakan persamaan (Ünal and Şener, 2013):

$$\text{PME (unit/mL)} = \frac{\text{mL NaOH} \times \text{M NaOH} \times 1000}{\text{waktu (s)} \times \text{mL enzim}}$$

c. Pengujian pH Optimal

Pengujian pH optimal dilakukan dengan mencari aktivitas PME tertinggi yang diuji pada rentang pH uji 7-11. Enzim PME yang tersimpan beku -40°C dilakukan proses *thawing* pada suhu ruang. Untuk mereaksikan enzim, dibuat larutan pektin apel 0,35% yang mengandung 0,117 M NaCl sebagai substrat. Sejumlah 0,5 ml enzim PME direaksikan dengan 30 ml pektin apel. Nilai pH campuran diukur segera kemudian dititrasi menggunakan NaOH 0,01 M agar dapat dipertahankan pada pH 7, 8, 9, 10, dan 11 selama 20 menit.

d. Pengujian Suhu Optimal

Suhu optimal diuji dengan menguji aktivitas enzim PME yang sudah diinkubasi pada suhu 25°C , 40°C , 50°C , dan 60°C selama 5 menit untuk kemudian ditentukan suhu yang paling besar aktivitasnya. Enzim PME yang tersimpan beku -40°C dilakukan proses *thawing* pada suhu ruang dan diinkubasi di dalam *waterbath* bersuhu 25°C , 40°C , 50°C , dan 60°C selama 5 menit. Untuk mereaksikan enzim, dibuat larutan pektin apel 0,35% yang mengandung 0,117 M NaCl sebagai substrat. Sejumlah 0,5 ml enzim PME direaksikan dengan 30 ml pektin apel. Nilai pH campuran diukur segera kemudian dititrasi menggunakan NaOH 0,01 M agar dapat dipertahankan pada pH 7 selama 20 menit.

3.3.4 Analisis Data

Data seluruh parameter akan ditampilkan dalam bentuk grafik dengan bantuan *Microsoft Excel*. Analisis data rendemen, aktivitas enzim PME, pH

optimal, dan suhu optimal pada kedua varietas kentang dilakukan dengan metode *independent sample t-test* menggunakan aplikasi SPSS 26.0 yang dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan signifikan pada setiap parameter dari masing-masing varietas