

Bidang Ilmu : Biokimia/Bioteknologi

LAPORAN HASIL PENELITIAN
DOSEN GURU BESAR DAN DOKTOR SESUAI KEAHLIAN
KAJIAN PEMANFAATAN ENZIM PAPAIN GETAH BUAH PEPAYA UNTUK
MELUNAKKAN DAGING

TIM PENELITI

PROF. DR. RAMLAN SILABAN, M.Si
FREDDY T.M. PANGGABEAN, S.Pd., M.Pd
RAHMADANI



Dibiayai oleh Universitas Negeri Medan, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan,
Sesuai dengan Surat Perjanjian Penggunaan Dana (SP2D)

Nomor: 124/UN33.8/KEP/KU/2012

Tanggal 27 April 2012

PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN KIMIA

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS NEGERI MEDAN

OKTOBER 2012

**LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN HASIL
GURU BESAR DAN DOKTOR SESUAI KEAHLIAN**

Judul Penelitian : Kajian Pemanfaatan Enzim Papain Getah Buah Pepaya Untuk Melunakkan Daging

Bidang Ilmu : Biokimia/Bioteknologi

Ketua Peneliti

a. Nama Lengkap : Prof. Dr. Ramlan Silaban, M.Si.

b. NIP/NIK : 196006181987031002

c. NIDN : 0018066008

d. Pengkat /Golongan : Pembina Tk I Gol. IV-b

e. Jabatan Fungsional : Guru Besar

f. Fakultas/Jurusan : Pascasarjana/Pendidikan Kimia

g. Pusat Penelitian : Lembaga Penelitian UNIMED

h. Alamat Institusi : Jl. Willem Iskandar, Psr V Medan Estate Medan

i. Telpon/Faks/E-mail : 616625970/0616613319/08126417912/
drsilabanmsi@yahoo.co.id

Jumlah Tim Peneliti : 3 Orang

Dosen : 1 Orang

Mahasiswa : 1 Orang

Lama Penelitian : 6 Bulan

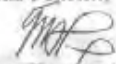
Pelaksanaan : 6 Bulan

Biaya Penelitian : Rp. 15.000.000,-

Dari DIPA Unimed : Rp. 15.000.000,-

Sumber Lain : --

Medan, 06 Oktober 2012
Ketua Peneliti,


(Prof. Dr. Ramlan Silaban, M.Si.)
NIP. 196006181987031002

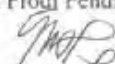
Mengetahui:



Direktur Pascasarjana,

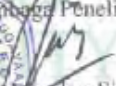
(Prof. Dr. Beberik Manullang)
NIP. 194716151974121001

Ketua Prodi Pendidikan Kimia


(Prof. Dr. Ramlan Silaban, M.Si.)
NIP. 196006181987031002

Menyetujui:
Ketua Lembaga Penelitian Unimed




(Prof. Drs. Nanihar Situmorang, M.Sc., Ph.D.)
NIP. 196008041986011001

RINGKASAN HASIL PENELITIAN

Krisis energi merupakan masalah yang melanda dunia, banyak upaya yang dilakukan pemerintah agar masyarakat melakukan hemat energi. Salah satu upaya yang bisa dilakukan adalah dengan melakukan proses pelunakan daging dengan menggunakan enzim. Getah pepaya mengandung enzim papain yang merupakan enzim protease yang berkemampuan memecahkan molekul protein. Dalam penelitian ini dilakukan perbandingan antara enzim papain dengan menggunakan pengaktif dan enzim tanpa pengaktif. Enzim papain dengan pengaktif optimum pada pH 5,5; suhu 50⁰C; konsentrasi enzim 0,05 gram; dan konsentrasi substrat 1,0 gram dengan aktivitas enzim sebesar 50,2120 x 10⁻³ unit/mg dan tingkat kelunakan sebesar 7,5097 g/mm³. Sedangkan enzim tanpa pengaktif optimum pada pH 5,5 ;suhu 50⁰C; konsentrasi enzim 0,075 dan konsentrasi substrat 1,0 dengan aktivitas spesifik sebesar 41,6068 x 10⁻³ unit/mg dan tingkat kelunakan sebesar 8,4189 g/mm³.

DAFTAR ISI

	Halaman
Lembar Identitas dan Pengesahan	i
Ringkasan Hasil Penelitian	ii
Daftar Isi	iii
Daftar Tabel	iv
Daftar Gambar	v
Daftar Lampiran	vi
Bab I. Pendahuluan	
1.1. Latar Belakang Penelitian	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Luaran Penelitian	3
1.5. Prospek Penelitian	4
Bab II. Kajian Pustaka	
2.1. Tumbuhan Pepaya	5
2.2. Protein	6
2.3. Enzim Papain	9
2.4. Daging	14
Bab III. Metodologi Penelitian	
3.1. Jenis dan Tahapan Penelitian	16
3.2. Alat dan Bahan	16
3.3. Prosedur Kerja	17
Bab IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan	
4.1. Pembuatan Enzim Papain	24
4.2. Penentuan Aktivitas Enzim	24
4.2.1. Pengaruh pH Terhadap Tingkat Kelunakan Daging	25
4.2.1. Pengaruh Suhu Terhadap Tingkat Kelunakan Daging	26
4.2.1. Pengaruh Konsentrasi Enzim Terhadap Tingkat Kelunakan Daging	28
4.2.1. Pengaruh Konsentrasi Substrat Terhadap Tingkat Kelunakan Daging	29
Bab V. Kesimpulan dan Saran	
5.1. Kesimpulan	31
5.2. Saran	31
Daftar Pustaka	32

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Pembuatan Buffer Phospat	19
Tabel 3.2. Perlakuan Variasi pH	20
Tabel 3.3. Perlakuan Variasi Suhu	20
Tabel 3.4. Perlakuan Variasi Konsentrasi Enzim	21
Tabel 3.5. Perlakuan Variasi Konsentrasi Substrat	22
Tabel 4.1. Data Perbandingan Pengaruh pH Terhadap Aktivitas Spesifik Papain dan Tingkat Kelunakan	25
Tabel 4.2. Data Perbandingan Pengaruh Suhu Terhadap Aktivitas Spesifik Papain dan Tingkat Kelunakan	27
Tabel 4.3. Data Perbandingan Pengaruh Konsentrasi Enzim Terhadap Aktivitas Spesifik Papain dan Tingkat Kelunakan	28
Tabel 4.3. Data Perbandingan Pengaruh Konsentrasi Substrat Terhadap Aktivitas Spesifik Papain dan Tingkat Kelunakan	30

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Tanaman Pepaya	5
Gambar 2.2. Struktur Protein Enzim	7
Gambar 2.3. Contoh Daging Berserat	14
Gambar 4.1. Grafik Pengaruh pH Terhadap Aktivitas Spesifik Papain dan Tingkat Kelunakan	26
Gambar 4.2. Grafik Pengaruh Suhu Terhadap Aktivitas Spesifik Papain dan Tingkat Kelunakan	27
Gambar 4.3. Grafik Pengaruh Konsentrasi Enzim Terhadap Aktivitas Spesifik Papain dan Tingkat Kelunakan	29
Gambar 4.4. Grafik Pengaruh Konsentrasi Substra Terhadap Aktivitas Spesifik Papain dan Tingkat Kelunakan	30

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Fotocopy Kontrak Penelitian	34
Lampiran 2. Surat-Surat Perijinan dan Persetujuan	36
Lampiran 3. Instrumen Penelitian	39
Lampiran 4. Rincian Biaya Penelitian	40
Lampiran 5. Personalia Tenaga Peneliti	42
Lampiran 6. Riwayat Hidup Peneliti	43
Lampiran 7. Data Penelitian	50
Lampiran 8. Foto Dokumentasi Kegiatan	61



THE
Character Building
UNIVERSITY

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Krisis energi merupakan masalah yang melanda dunia saat ini, betapa tidak, cadangan minyak bumi semakin menipis sementara konsumen energi semakin bertambah. Salah-satu dampak yang melanda bangsa Indonesia adalah harga BBM (bahan bakar minyak) yang tidak stabil dan cenderung naik. Pemerintah tidak lagi mampu mempertahankan BBM bersubsidi yang umumnya sangat diperlukan oleh masyarakat. Harga BBM merupakan salah-satu tolak ukur perekonomian dunia.

Banyak upaya yang disarankan oleh pemerintah, misalnya melalui slogan “hemat energi hemat biaya”. Melalui hemat energi, cadangan minyak bumi akan dapat dipertahankan. Upaya hemat energi pada prinsipnya dapat dilakukan oleh semua lapisan masyarakat. Pemakaian energi untuk memasak di dapur dapat ditekan biayanya melalui pemanfaatan proses kimia yang sehat. Misalnya, energi untuk memasak daging yang kaya serat protein dapat dikurangi melalui pemanfaatan teknologi enzim.

Pemanfaatan bioteknologi untuk mengatasi krisis energi dan juga pengolahan limbah telah banyak dilakukan. Silaban tahun 1994 telah mencoba melakukan pengolahan limbah serbuk gergaji kayu menjadi gula, meskipun hasilnya sangat sedikit (Silaban, 1994). Tahun 2010, limbah ampas kelapa telah digunakan sebagai media untuk memproduksi toksoflavin dan hasilnya sangat memuaskan (Silaban, 2010). Peneliti yang sama juga telah mencoba memanfaatkan ubi jalar putih untuk memproduksi bioetanol melalui fermentasi (Rahmadani dan Silaban, 2011).

Survey pendahuluan yang dilakukan ke berbagai dapur warung makan, rumah makan bahkan restoran menunjukkan bahwa untuk memasak 10 kilo rendang daging sapi diperlukan waktu sekitar 4 jam dengan pemanasan yang terus menerus, baik pakai kayu bakar, kompor masak maupun kompor gas. Proses pemasakan dengan suhu yang tinggi dan waktu yang lama ini hanya untuk memperoleh daging yang lunak, empuk, mudah dikunyah atau mudah dicerna. Padahal, proses pemanasan suhu tinggi dan waktu lama ini dapat menurunkan nilai gizi di samping memerlukan energi yang jumlahnya banyak (Silaban, 2009).

Papain diperlukan antara lain dalam industri bir, corned, farmasi, tekstil, wool, sutera, ekstraksi minyak ikan, dan pembersih lensa kontak. Indonesia menduduki

rangking ke V sebagai penghasil papaya, setelah Meksiko, India, Nigeria dan Brasil yang rangking I (Nani, 2007)

Pelunakan daging secara fisika melalui pemasakan, merupakan proses perubahan struktur serat protein dari yang rigid menjadi amorf sehingga secara fisik dapat dilihat dari kenyal menjadi empuk, dari yang sulit dikunyah menjadi mudah. Pengempukan daging terkadang disertai dengan melarutnya sebagian protein artinya keempukan daging dapat dilihat dari 2 parameter, yakni berdasarkan uji fisik atas serat daging dan atau berdasarkan uji biokimia protein terlarut (Silaban, 2009). Kesemuanya proses ini sesungguhnya untuk memperoleh asupan protein.

Protein merupakan kelompok nutrien yang amat penting bagi tubuh manusia, sehingga disebut proteos artinya pemula. Senyawa ini didapatkan dalam sitoplasma pada semua sel hidup, baik binatang maupun tanaman. Protein mempunyai bermacam-macam fungsi bagi tubuh, yaitu sebagai enzim, zat pengatur pergerakan, pertahanan tubuh, alat pengangkut dan lain-lain (Winarno, 1992).

Pelunakan daging secara kimia dapat dilakukan melalui dua cara yakni secara enzimatik dan non enzimatik. Secara enzimatik menggunakan enzim protease sedangkan non enzimatik menggunakan asam. Pelunakan menggunakan asam ini sering dilakukan, baik di rumah maupun di restoran, hanya saja dapat mengurangi nilai gizinya karena sebagian protein dapat terdenaturasi atau rusak oleh asam.

Pelunakan daging secara enzimatik hingga saat ini belum banyak dilakukan. Belum banyak penelitian yang mengkaji hal ini, karena keterbatasan sumber enzim dan juga keterbatasan referensi atas nilai gizi makanan yang diolah secara enzim. Menurut perkiraan, perlakuan enzimatik terhadap daging sebelum dimasak dapat menghemat energi atau bahan bakar. Karena, enzim protease terlebih dahulu akan mengubah struktur serat protein yang sukar larut. Padahal, daging yang telah direndam dengan ekstrak enzim protease tidak lagi dimasak berlama-lama untuk memperoleh daging yang empuk. Artinya, teknologi ini akan hemat energi.

Banyak hewan, mikroba dan tanaman yang dikenal mampu menghasilkan enzim protease. Dalam getah buah papaya, terdapat enzim protease, juga dalam buah nenas dan mangga. Silaban, 2009 melaporkan bahwa dalam getah buah mangga yang muda terdapat enzim Manganase yang berpotensi melunakkan daging (Silaban, 2009). Hanya saja getah dan enzim mangga ini jumlahnya sangat sedikit sehingga sulit untuk diproduksi dalam skala besar.

Dalam upaya meningkatkan nilai gizi makanan dan mengatasi krisis energi, perlu dilakukan penelitian mencari sumberdaya alam yang baru dan dapat diperbaharui (*renewable resources*). Berdasar uraian di atas, dilakukanlah penelitian dengan judul “Kajian Pemanfaatan Enzim Papain Getah Buah Pepaya Untuk Melunakkan Daging”. Melalui penelitian ini, upaya dalam mengatasi krisis energi sebagian dapat teratasi, di samping meningkatkan nilai gizi yang bermuara pada kesejahteraan masyarakat.

1.2. Rumusan masalah

Adapun masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana karakter dan sejauhmana enzim papain getah buah pepaya dapat digunakan untuk melunakkan daging. Untuk menjawab masalah ini, ada 2 pendekatan yang dilakukan yakni pendekatan reaksi enzim, dengan mengukur protein serat tak larut menjadi larut, dan pendekatan fisik yaitu berdasar uji mekanik (tekstur/tingkat kelunakan).

1.3. Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakter enzim protease getah buah pepaya serta mengetahui sejauhmana aktifitasnya untuk melunakkan daging. Adapun variabel bebas yang digunakan menjadi acuan pada proses pelunakan daging dimaksud adalah keasaman (pH), suhu, konsentrasi enzim, konsentrasi substrat, sedangkan variable terikat yang digunakan sebagai parameter kelunakan daging adalah aktifitas enzim, jumlah protein terlarut, dan tekstur daging.

Tujuan khusus penelitian ini :

- a. Untuk mengetahui apakah ada pengaruh pH reaksi enzim papain getah pepaya terhadap tingkat kelunakan daging.
- b. Untuk mengetahui apakah ada pengaruh suhu reaksi enzim papain dari getah pepaya terhadap tingkat kelunakan daging.
- c. Untuk mengetahui apakah ada pengaruh konsentrasi enzim papain dari getah pepaya terhadap tingkat kelunakan daging.
- d. Untuk mengetahui apakah ada pengaruh konsentrasi substrat (daging) oleh enzim protease getah pepaya terhadap tingkat kelunakan daging.

1.4. Luaran penelitian

Luaran wajib dari hasil penelitian ini adalah artikel ilmiah yang akan dipublikasikan dalam jurnal ILMIAH (ber-ISSN dan atau terkreditasi).

Luaran tambahan adalah **bahan ajar yang diperkaya** dengan topik “**Contoh Pemanfaatan enzim dalam industri hemat energi hemat biaya**” dalam mata kuliah (a) Biokimia Lanjut untuk prodi S2 Pendidikan Kimia, (b) Bioteknologi untuk Prodi Kimia (NK) dan S2 Pendidikan Biologi ; (c) Biokimia Nutrisi untuk prodi Kimia dan Pendidikan Kimia; mata kuliah (d) Biokimia II untuk prodi Kimia dan Pendidikan Kimia.

1.5. Prospek penelitian

Jika penelitian ini selesai, terbuka peluang untuk menindaklanjutinya dalam penelitian yang lebih besar, yakni riset kemitraan dengan para industri pengolah daging dan juga rumah makan/restoran dalam rangka penghematan energi. Lingkupannya adalah meneliti bagaimana cara memproduksi dalam skala (jumlah) besar, mengemas enzim ini agar tahan lama untuk dipasarkan, baik untuk kebutuhan dalam negeri maupun ekspor, hingga meneliti bagaimana efisiensi pemakaiannya. Hal ini tentu dapat berkesinambungan mengingat tanaman pepaya mudah dibudidayakan (renewable resources)

Hal ini tentu akan menggerakkan roda perekonomian petani pepaya, membuka usaha baru, menurunkan biaya produksi bagi restoran dan rumah makan. Di samping itu, bahan ajar perkuliahan yang diperkaya oleh hasil penelitian ini akan mendorong minat mahasiswa untuk membuka wirausaha baru sebagai aplikasi dari ilmu yang dimilikinya.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1. Tumbuhan Pepaya

Pepaya (*Carica papaya* L.) merupakan tanaman yang berasal dari Amerika tropis. Buah pepaya tergolong buah yang populer dan digemari oleh hampir seluruh penduduk penghuni bumi ini. Batang, daun, dan buah pepaya muda mengandung getah berwarna putih. Getah ini mengandung suatu enzim pemecah protein atau enzim proteolitik yang disebut papain (Kalie, 1999).



Gambar 2.1. Tanaman Pepaya

Hampir semua bagian tanaman pepaya dapat dimanfaatkan, mulai dari daun, batang, akar, maupun buah. Getah pepaya yang sering disebut sebagai papain dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan, antara lain : penjernih bir, pengempuk daging, bahan baku industri penyamak kulit, serta digunakan dalam industri farmasi dan kosmetika (kecantikan). Papain merupakan enzim proteolitik, yaitu enzim yang dapat mengurai dan memecah protein (Warisno, 2003).

Getah pepaya cukup banyak mengandung enzim yang bersifat proteolitik (pengurai protein). Sehingga tepung getah pepaya kering banyak digunakan oleh para pengusaha industri maupun ibu-ibu rumah tangga untuk mengolah berbagai macam produk (Warisno, 2003). Enzim proteolitik dianggap penting dalam metabolise protein dan banyak digunakan

dalam industri pangan, misalnya untuk mengempukkan daging. Ada banyak jenis enzim proteolitik yang dikenal seperti enzim papain, bromelin, rennin, protease dan fisin yang mempunyai sifat menghidrolisa protein (Smith, 1993).

Dalam getah pepaya terkandung enzim-enzim protease yaitu papain dan kimopapain. Kadar papain dan kimopapain dalam buah pepaya muda berturut-turut 10 % dan 45%. Lebih dari 50 asam amino terkandung dalam getah pepaya kering itu antara lain asam aspartat, treonin, serin, asam glutamat, prolin, glisin, alanin, valine, isoleusin, leusin, tirosin, phenilalanin, histidin, lysin, arginin, tritophan, dan sistein. Papain merupakan satu dari enzim paling kuat yang dihasilkan oleh seluruh bagian tanaman papaya. Pada pepaya, getah termasuk enzim proteolitik. Protein dasar itu memecah senyawa protein menjadi pepton. Contoh enzim proteolitik lainnya adalah bromelain pada nanas, renin pada sapi dan babi. Pemakaiannya masih jarang lantaran sulit diekstrak dan aktivitasnya lebih rendah dibanding papain (Nurul, 2003).

2.2. Protein

Protein merupakan salah satu kelompok bahan makronutrien. Tidak seperti bahan makronutrien lainnya (karbohidrat, lemak), protein ini berperan lebih penting dalam pembentukan biomolekul daripada sumber energi. Namun demikian apabila organisme sedang kekurangan energi, maka protein ini dapat juga di pakai sebagai sumber energi. Keistimewaan lain dari protein adalah strukturnya yang selain mengandung N, C, H, O, kadang mengandung S, P, dan Fe (Sudarmadji, 1989).

Protein adalah suatu zat makanan yang sangat penting bagi tubuh, karena zat ini berfungsi sebagai pembangun dan pengatur, Protein adalah sumber asam- asam amino yang mengandung unsur C, H, O dan N yang tidak dimiliki oleh lemak atau karbohidrat. Molekul protein mengandung pula posfor, belerang dan ada jenis protein yang mengandung unsur logam seperti besi dan tembaga (Budianto, 2009).

Protein mempunyai berat molekul antara lima ribu hingga beberapa juta. Protein terdiri atas rantai-rantai asam amino, yang terikat satu sama lain dalam ikatan peptida. Asam amino yang terdiri atas unsur-unsur karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen ; beberapa asam amino disamping itu mengandung unsur-unsur fosfor, besi, iodium, dan cobalt. Unsur nitrogen adalah unsur utama protein, karena terdapat di dalam semua protein akan tetapi tidak terdapat di dalam karbohidrat dan lemak. Unsur nitrogen merupakan 16% dari berat protein. Molekul protein lebih kompleks daripada

karbohidrat dan lemak dalam hal berat molekul dan keanekaragaman unit-unit asam amino yang membentuknya (Almatsier, 1989).

Molekul protein merupakan rantai panjang yang tersusun oleh mata rantai asam-asam amino. Dalam molekul protein, asam-asam amino saling dirangkaikan melalui reaksi gugusan karboksil asam amino yang satu dengan gugusan amino dari asam amino yang lain, sehingga terjadi ikatan yang disebut ikatan peptida. Ikatan peptida ini merupakan ikatan tingkat primer. Dua molekul asam amino yang saling diikatkan dengan cara demikian disebut ikatan dipeptida. Bila tiga molekul asam amino, disebut tripeptida dan bila lebih banyak lagi disebut polypeptida. Polypeptida yang hanya terdiri dari sejumlah beberapa molekul asam amino disebut oligopeptida. Molekul protein adalah suatu polypeptida, dimana sejumlah besar asam-asam aminonya saling dipertautkan dengan ikatan peptida tersebut (Gaman, 1992).



Gambar 2.2. Struktur Protein Serat

Protein merupakan molekul yang sangat besar, sehingga mudah sekali mengalami perubahan bentuk fisik maupun aktivitas biologis. Banyak faktor yang menyebabkan perubahan sifat alamiah protein misalnya : panas, asam, basa, pelarut organik, pH, garam, logam berat, maupun sinar radiasi radioaktif. Perubahan sifat fisik yang mudah diamati adalah terjadinya penjendalan (menjadi tidak larut) atau pematatan (Sudarmadji, 1989). Ada protein yang larut dalam air, ada pula yang tidak larut dalam air, tetapi semua protein tidak larut dalam pelarut lemak seperti misalnya etil eter. Daya larut protein akan berkurang jika ditambahkan garam, akibatnya protein akan terpisah sebagai endapan.

Apabila protein dipanaskan atau ditambahkan alkohol, maka protein akan menggumpal. Hal ini disebabkan alkohol menarik mantel air yang melingkupi molekul-molekul protein. Adanya gugus amino dan karboksil bebas pada ujung-ujung rantai molekul protein, menyebabkan protein mempunyai banyak muatan dan bersifat amfoter (dapat bereaksi dengan asam maupun basa). Dalam larutan asam (pH rendah), gugus amino bereaksi dengan H^+ , sehingga protein bermuatan positif. Bila pada kondisi ini dilakukan elektrolisis, molekul protein akan bergerak ke arah katoda, sebaliknya, dalam larutan basa (pH tinggi) molekul protein akan bereaksi sebagai asam atau bermuatan negatif, sehingga molekul protein akan bergerak menuju anoda (Winarno, 1992).

Protein fibriler (skleroprotein) adalah protein yang berbentuk serabut. Protein ini tidak larut dalam pelarut-pelarut encer, baik larutan garam, asam basa ataupun alkohol. Contohnya kolagen yang terdapat pada tulang rawan, miosin pada otot, keratin pada rambut, dan fibrin pada gumpalan darah. Protein globuler atau steroprotein adalah protein yang berbentuk bola, larut dalam larutan garam dan asam encer, juga lebih mudah berubah dibawah pengaruh suhu, konsentrasi garam, pelarut asam dan basa dibandingkan protein fibriler. Protein ini mudah terdenaturasi, yaitu susunan molekulnya berubah diikuti dengan perubahan sifat fisik dan fisiologiknya seperti yang dialami oleh enzim dan hormon.

Berdasarkan kelarutannya, protein globuler dapat dibagi dalam beberapa grup yaitu (a) Albumin yaitu, larut dalam air dan terkoagulasi oleh panas. Contohnya albumin telur, albumin serum, dan laktalbumin dalam susu. (b). Globulin yaitu, tidak larut dalam air, terkoagulasi oleh panas, larut dalam larutan garam encer, mengendap dalam larutan garam konsentrasi tinggi. Contohnya adalah legumin dalam kacang-kacangan. (c). Glutelin yaitu tidak larut dalam pelarut netral tetapi larut dalam asam atau basa encer. Contohnya glutelin gandum. (d) Prolamin atau gliadin Yaitu larut dalam alkohol 70-80% dan tak larut dalam air maupun alkohol absolut. Contohnya prolamin dalam gandum. (e) Histon Yaitu larut dalam air dan tidak larut dalam amoniak encer. Contohnya adalah histon dalam hemoglobin. (f) Protamin Yaitu protein paling sederhana dibandingkan protein-protein lainnya, tetapi lebih kompleks dari pada protein dan peptida, larut dalam air dan tidak terkoagulasi oleh panas. Contohnya salmin dalam ikan salmon (Budianto, 2009).

Sementara itu, berdasarkan hasil hidrolisa total, protein dikelompokkan sebagai berikut (a) Asam amino esensial Yaitu asam amino yang tidak dapat disintesa oleh tubuh dan harus tersedia dalam makanan yang dikonsumsi. Pada orang dewasa terdapat

delapan jenis asam amino esensial : 1. Lisin 5. Threonin 2. Leusin 6. Phenylalanin 3. Isoleusin 7. Methionin 4. Valin 8. Tryptophan Sedangkan untuk anak-anak yang sedang tumbuh , ditambahkan dua jenis lagi ialah Histidin dan Arginin. (b) Asam amino non esensial Yaitu asam amino yang dapat disintesa oleh tubuh. Ialah : 1. Alanin 6. Tirosin 2. Asparagin 7. Sistein 3. Asam aspartat 8. Glisin 4. Asam glutamat 9. Serin 5. Glutamin 10. Prolin (Sediaoetama, 1985).

Berdasar tingkat degradasi, protein dapat dibedakan menjadi (a) protein alami dalam protein dalam keadaan seperti protein dalam sel, (b). turunan protein yang merupakan hasil degradasi protein pada tingkat permulaan denaturasi. Dapat dibedakan sebagai protein turunan primer (protean, metaprotein) dan protein turunan sekunder (proteosa, pepton, dan peptida).

Protein primer merupakan hasil hidrolisis yang ringan, sedangkan protein sekunder adalah hasil hidrolisis yang berat. *Protean* adalah hasil hidrolisis oleh air, asam encer atau enzim yang bersifat tak larut, contohnya adalah miosan dan edestan. *Metaprotein* merupakan hasil hidrolisi lebih lanjut oleh asam dan alkali dan larut dalam asam dan alkali encer tetapi tak larut dalam larutan-larutan garam netral. Contohnya asam albuminat dan alkali albuminat. *Proteosa*, bersifat larut dalam air dan tidak terkaogulasi oleh panas. Diendapkan oleh larutan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ jenuh. *Pepton* merupakan hasil hidrolisis yang larut dalam air tak terkaogulasi oleh panas dan tidak mengalami salting out dengan ammonium sulfat tetapi mengendap oleh preaksi alkalid seperti asam fosfo tungstat (Winarno, 1992).

2.3. Enzim Papain

Kata enzim diperkenalkan oleh Kuhne pada tahun 1878 untuk suatu zat yang bekerja pada suatu substrat. Kata enzim berasal dari bahasa Yunani yang berarti di dalam sel. Kuhne menjelaskan bahwa enzim bukan suatu sel tetapi terdapat di dalam sel. Definisi yang dikemukakan adalah enzim merupakan protein yang mempunyai daya katalitik karena aktivitas spesifiknya (Dixon, 1979). Enzim adalah protein yang diproduksi dari sel hidup dan digunakan oleh sel-sel untuk mengkatalisis reaksi kimia yang spesifik. Enzim memiliki tenaga katalitik yang luar biasa dan biasanya lebih besar dari katalisator sintetik. Spesifitas enzim sangat tinggi terhadap substratnya. Tanpa pembentukan produk samping enzim merupakan unit fungsional untuk metabolisme dalam sel, bekerja menurut urutan yang teratur. Sistem enzim terkoordinasi dengan baik

menghasilkan suatu hubungan yang harmonis diantara sejumlah aktivitas metabolic yang berbeda (Shahib, 1992).

Enzim dikatakan sebagai suatu kelompok protein yang berperan sangat penting dalam aktivitas biologis. Dalam jumlah yang sangat kecil, enzim dapat mengatur reaksi tertentu sehingga dalam keadaan normal tidak terjadi penyimpangan-penyimpangan hasil akhir reaksinya. Enzim ini akan kehilangan aktivitasnya akibat panas, asam atau basa kuat, pelarut organik, atau pengaruh lain yang bisa menyebabkan denaturasi protein. Enzim dikatakan mempunyai sifat sangat khas, karena hanya bekerja pada substratnya (Girindra, 1990).

Hampir semua enzim yang telah diketahui adalah protein sehingga enzim merupakan biokatalisator yang dibentuk dari molekul protein terutama yang berbentuk globulan. Enzim yang berperan penting dalam hidrolisis protein ada 2 yaitu protease yang dapat memecah ikatan protein menjadi peptide, dan peptidase yang dapat memecah ikatanpeptida menjadi asam amino. Dengan kombinasi protease dan peptidase dapat memecah 90% ikatan peptide (Fennema ,1985).

Klasifikasi enzim didasarkan pada jenis reaksi yang dikatalisisnya, seperti direkomendasikan oleh Commision on Enzyme of the International Union of Biochemistry (CEIUB). Menurut sistem ini, enzim dibagi lagi menjadi beberapa sub golongan. Penamaan enzim diawali dengan nama substrat, diikuti oleh macam reaksi yang dikatalisis dan akhiran -ase (Muchtadi et al, 1992).

Enzim bekerja dengan cara bereaksi dengan molekul substrat untuk menghasilkan senyawa intermediat melalui suatu reaksi kimia organik yang membutuhkan energi aktivasi lebih rendah, sehingga percepatan reaksi kimia terjadi karena reaksi kimia dengan energi aktivasi lebih tinggi membutuhkan waktu lebih lama. Meskipun senyawa katalis dapat berubah pada reaksi awal, pada reaksi akhir molekul katalis akan kembali ke bentuk semula. Sebagian besar enzim bekerja secara khas, yang artinya setiap jenis enzim hanya dapat bekerja pada satu macam senyawa atau reaksi kimia. Hal ini disebabkan perbedaan struktur kimia tiap enzim yang bersifat tetap. Sebagai contoh, enzim α -amilase hanya dapat digunakan pada proses perombakan pati menjadi glukosa.

Tiap enzim memerlukan suhu dan pH (tingkat keasaman) optimum yang berbeda-beda karena enzim adalah protein, yang dapat mengalami perubahan bentuk jika suhu dan keasaman berubah. Di luar suhu atau pH yang sesuai, enzim tidak dapat

bekerja secara optimal atau strukturnya akan mengalami kerusakan. Hal ini akan menyebabkan enzim kehilangan fungsinya sama sekali. Kerja enzim juga dipengaruhi oleh molekul lain. Inhibitor adalah molekul yang menurunkan aktivitas enzim, sedangkan aktivator adalah yang meningkatkan aktivitas enzim. Banyak obat dan racun adalah inihibitor enzim.

Papain adalah suatu zat (enzim) yang dapat diperoleh dari getah tanaman pepaya dan buah pepaya muda. Getah pepaya mengandung sebanyak 10% papain, 45% kimopapain dan lisozim sebesar 20% (Winarno, 1986). Getah pepaya tersebut terdapat hampir di semua bagian tanaman pepaya, kecuali bagian akar dan biji. Kandungan papain paling banyak terdapat dalam buah pepaya yang masih muda (Warisno, 2003).

Berdasarkan sifat-sifat kimianya, papain digolongkan sebagai protease sulfhidril (Muchtadi *et al*, 1992). Papain mengandung 212 asam amino dalam suatu rantai polipeptida dan berikatan silang dengan tiga jembatan disulfida (Kalk, 1975). Papain memiliki 6 gugus sulfhidril, tetapi hanya dua gugus sulfhidril yang aktif. Gugus sulfhidril ini mengandung unsur sulfur sekitar 1,2%. Dimana rantai ikatan tersebut tersusun atas arginin, lisin, leusin, dan glisin dengan sistein-25 tempat gugus aktif thiol (-SH) esensial, yang membentuk sebuah rantai peptida tunggal dengan bobot molekul 21.000 - 23.000 g/mol (Harrison *et al*, 1997).

Enzim papain yang dikenal sebagai pengempuk daging, juga sangat dibutuhkan dalam industri pengolahan pangan dan industri kimia. Salah satu sumber enzim papain yang banyak digunakan adalah getah yang dihasilkan dari bagian tanaman papaya (Nani, 2007). Seperti diketahui tumbuhan papaya merupakan tanaman yang sangat potensial dan mudah diperoleh dalam jumlah yang banyak serta merupakan tanaman rakyat. Sementara itu saat ini industri penghasil papain belum begitu berkembang.

Berdasarkan klasifikasi *the international union of biochemistry*, papain termasuk enzim hidrolase yang mengkatalisis reaksi hidrolisis suatu substrat dengan pertolongan molekul air. Aktivitas katalisis papain dilakukan melalui hidrolisis yang berlangsung pada sisi-sisi aktif papain. Pemisahan gugus-gugus amida yang terdapat di dalam protein tersebut berlangsung melalui pemutusan ikatan peptida (Wong, 1989 diacu dalam Budiman, 2003).

Aktivitas enzim papain cukup spesifik karena papain hanya dapat mengkatalisis proses hidrolisis dengan baik pada kondisi pH serta suhu dalam kisaran waktu tertentu. Papain mempunyai pH optimum 7,2 pada substrat BAEE (benzoil arginil etil ester), pH

6,5 pada substrat kasein, pH 7,0 pada albumin dan pH 5,0 pada gelatin (Muchtadi et al., 1992). Suhu optimal papain sendiri adalah 50-60 °C. Papain relatif tahan terhadap suhu, bila dibandingkan dengan enzim proteolitik lainnya seperti bromelin dan lisin (Winarno, 1986).

Sebagai enzim proteolitik, papain memiliki nilai ekonomi tinggi dan banyak digunakan dalam industri besar. Meskipun telah diketahui ada beberapa enzim protease yang dihasilkan dari tanaman lain, ternyata papain merupakan enzim yang paling banyak dan sering digunakan. Oleh karenanya, potensi pasar papain dalam perdagangan dunia masih cukup besar (Kalie, 1999). Dalam dunia perdagangan, dikenal dua macam papain, yaitu papain kasar (*crude papain*) dan papain murni (*crystal papain*). Papain kasar (*crude papain*) adalah getah pepaya yang telah dikeringkan, kemudian dihaluskan hingga menjadi berbentuk tepung.

Metode-metode yang dapat digunakan dalam isolasi crude enzim papain ada tiga cara, yaitu cara Peckolt, cara Walt dan cara Balls dan Lineweaver. Di antara ketiga metode isolasi crude enzim papain tersebut, metode yang paling baik adalah cara Balls dan Lineweaver, karena rendemennya selanjutnya dapat ditentukan. Papain murni (*crystal papain*) adalah hasil pemisahan dan pemurnian papain kasar menjadi empat macam protein proteolitik, yaitu papain, *chimopapain A*, *chimopapain B*, dan *papaya peptidase* (Warisno, 2003).

Chimopapain A dan chimopapain B sifatnya agak mirip, maka keduanya dapat disebut sebagai chimopapain saja. Keempat jenis enzim proteolitik tersebut biasanya disebut papain saja atau papain kasar. Sifat daya enzimatis papain kasar ini sangat tinggi karena terdiri dari gabungan keempat enzim tersebut. Papain murni adalah hasil pemisahan pemurnian papain kasar menjadi keempat enzim proteolitik di atas. Papain murni banyak digunakan dalam industri farmasi (Kalie, 1999). Berbagai penelitian kini sedang dilakukan dalam usaha pemanfaatan enzim papain atau enzim sejenis lainnya pada bidang-bidang industri lain yang belum digunakan.

Papain dapat digunakan dalam industri pengolahan daging. Daging dari hewan tua pun dapat menjadi lunak kalau menggunakan papain. Biasanya daging hewan tua bertekstur sangat keras (alot). Dengan demikian hadirnya papain dapat menaikkan ekspor atau impor hewan tua yang sebelumnya tidak laku dipasaran. Papain sebagai pelunak daging (*meat tenderizer*) banyak diperdagangkan dalam kemasan kecil sesuai

kebutuhan rumah tangga. Papain ini sudah dicampur bahan lain seperti gula dan garam kandungan papainnya tidak terlalu kuat. Penggunaan papain pada daging akan menambah nikmat rasa daging. Daging akan menjadi empuk sehingga mudah dipotong, digigit dan dikunyah. Selain itu, daging akan mudah dicerna sehingga nilai gizi protein daging yang diserap tentunya akan meningkat (Kalie, 1999).

Menurut Tekno Pangan dan Agroindustri (2008), manfaat lain dari papain adalah:

- (a) dapat digunakan sebagai bahan penghancur sisa atau buangan hasil industri pengalengan ikan menjadi bubur ikan atau konsentrasi protein hewani.
- (b) pada industri penyamakan kulit, papain sering digunakan untuk melembutkan kulit. Kulit yang lembut dapat dibuat sarung tangan, jaket, bahkan kaus kaki.
- (c) papain sangat berperan dalam industri bir atau sering disebut sebagai obat antidingin atau stabilisier.
- (d) dapat juga digunakan sebagai bahan aktif dalam preparat farmasi seperti untuk obat gangguan pencernaan protein, dispesia, gastritis, serta obat cacing.
- (e) sebagai bahan aktif dalam pembuatan krim pembersih kulit, terutama muka. Ini disebabkan papain dapat melarutkan sel-sel mati yang melekat pada kulit dan sukar terlepas dengan cara fisik
- (f) dijadikan bahan aktif dalam pembuatan pasta gigi. papain dalam pasta gigi dapat membersihkan sisa protein yang melekat pada gigi. Sisa protein ini sering menimbulkan bau busuk bila terlalu lama dibiarkan.
- (g) Bahan pencuci kain sutera (deterjen) untuk membuang serat yang berlebihan
- (h) bahan pencuci lensa sehingga menjadi lembut
- (i) Bahan Pelarut gelatin dalam proses perolehan kembali (*recovery*) perak dari film yang sudah tidak terpakai
- (j) Bahan perenyah dalam pembuatan kue kering seperti cracker
- (k) Bahan penggumpal susu pada pembuatan keju sehingga menghilangkan keraguan sebagian konsumen tentang pemakaian rennin dari usus babi untuk menggumpalkan susu

Aktifitas enzim dapat dilakukan dengan mengukur kecepatan reaksi yang dikatalisis oleh enzim tersebut. Dalam keadaan normal, kecepatan reaksi yang diukur sesuai dengan aktivitas enzim yang ada. Satu unit aktivitas enzim didefinisikan sebagai jumlah enzim yang menyebabkan perubahan absorban 0,001/menit pada kondisi optimumnya, berarti perubahan substrat dari suatu mikromolekul produk meningkatkan kenaikan absorban sebesar 0,001. Aktivitas spesifik adalah jumlah unit enzim per milligram protein atau suatu ukuran kemurnian enzim menjadi maksimum dan tetap jika enzim sudah berada dalam keadaan murni (Lidya, dkk., 2000). Menurut Soedarmadji (2002) aktivitas enzim dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: Konsentrasi Substrat, pH, konsentrasi, suhu, lama inkubasi dan racun enzim.

2.4. Daging

Daging adalah sekumpulan otot yang melekat pada kerangka. Istilah daging dibedakan dengan karkas. Daging didefinisikan juga sebagai semua jaringan hewan dan semua produk hasil pengolahan jaringan-jaringan tersebut yang sesuai untuk dimakan serta tidak menimbulkan gangguan kesehatan bagi yang memakannya. Unit esensial jaringan urat daging adalah serat yang terdiri dari bentukan elemen-elemen protein, miofibril, larutan yang ada di antaranya, sarkoplasma, jaringan tubulus yang halus, sarkoplasmik retikulum dan serat yang terikat oleh sarkolema (Lawrie, 1991).



Gambar 2.3. Contoh Daging berserat

Daging sebagai sumber protein hewani memiliki nilai hayati (*biological value*) yang tinggi, mengandung 19% protein, 5% lemak, 70% air, 3,5% zat-zat non protein dan 2,5% mineral dan bahan-bahan lainnya (Forrest *et al*, 1992). Komposisi daging menurut Lawrie (1991) terdiri atas 75% air, 18% protein, 3,5% lemak dan 3,5% zat-zat non protein yang dapat larut. Secara umum, komposisi kimia daging terdiri atas 70% air, 20% protein, 9% lemak dan 1% abu. Jumlah ini akan berubah bila hewan digemukkan yang akan menurunkan persentase air dan protein serta meningkatkan persentase lemak (Romans *et al*, 1994). Daging merupakan sumber utama untuk mendapatkan asam amino esensial. Asam amino esensial terpenting di dalam otot segar adalah alanin, glisin, asam glutamat, dan histidin. amino (Lawrie, 1991).

Kandungan lemak pada daging menentukan kualitas daging karena lemak menentukan cita rasa dan aroma daging. Keragaman yang nyata pada komposisi lemak terdapat antara jenis ternak memamah biak dan ternak tidak memamah biak adalah karena adanya hidrogenasi oleh mikroorganisme rumen (Soeparno, 1998).

Salah satu penilaian mutu daging adalah sifat keempukkan daging yang dinyatakan dengan sifat mudah dikunyah. Keempukkan daging berhubungan dengan komposisi daging itu sendiri, yaitu berupa jaringan pengikat, serabut daging, serta sel lemak yang ada diantara sel serabut daging. Kualitas daging dipengaruhi oleh faktor sebelum dan sesudah pemotongan. Faktor sebelum dipengaruhi genetic, spesies, bangsa, tipe ternak, jenis kelamin, umur, pakan ternak termasuk bahan aditif (hormone, antibiotic dan mineral). Faktor setelah pemotongan antara lain meliputi metode pelayuan, stimulasi listrik, metode pemasakan, pH, bahan tambahan termasuk enzim pengempuk daging, hormone dan antibiotika, lemak intramuscular, metode penyimpanan dan preservasi, macam otot daging dan lokasi otot daging.

Keempukkan daging bervariasi sesuai dengan jenis otot atau letak daging pada karkas. Contoh, daging jenis has dalam lebih empuk dibanding daging sengkel karena adanya perbedaan jaringan ikat pada jenis daging tersebut. Has dalam memiliki jaringan ikat yang lebih sedikit dibandingkan dengan sengkel. Jumlah jaringan ikat berkaitan dengan fungsi otot pada ternak hidup. Sengkel terutama digunakan dalam pergerakan sehingga memiliki jaringan ikat lebih banyak. Sementara itu, has dalam hanya mendukung fungsi ternak sehingga jaringan ikatnya lebih sedikit (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, 2010)

Penggunaan enzim untuk pengempukkan daging telah lama dilakukan. Nenek moyang kita sudah biasa menggunakan daun pepaya untuk membungkus daging agar kenyal, namun mereka belum paham apa yang menyebabkan daging itu lunak bila dibungkus dengan daun pepaya. Kini pengempukkan daging sudah maju yaitu dengan menggunakan enzim yang telah di ekstrak.

Secara biokimia, pelunakkan daging dapat dianggap sebagai proses degradasi protein struktur/serat atau berubahnya struktur kuarterner menjadi struktur sederhana. Salah satu cara untuk mengubah struktur ini adalah melalui hidrolisis dengan bantuan enzim protease. Ikatan peptide dapat dihidrolisis dengan perebusan didalam asam kuat atau basa kuat untuk menghasilkan komponen asam amino dalam bentuk bebas.

Reaksi hidrolisis protein menjadi pepton-pepton dapat dianalisis berdasarkan aktivitas enzim proteolitik. Oleh sebab itu tingkat kelunakkan daging dapat diasumsikan sebanding dengan aktivitas protease yang diberikan (Winarno, 1986).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis dan tahapan penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian laboratorik, dilakukan di laboratorium Kimia FMIPA UNIMED, Jln. Williem Iskandar, Psr. V. Medan, dan Laboratorium Biologi FMIPA USU dan Laboratorium Teknologi Pangan FP USU, penelitian dilakukan pada bulan Mei - September 2012.

Penelitian dilakukan dengan penahapan :

- (a) penyediaan alat dan bahan, termasuk buah papaya muda sebagai sumber enzim papain, daging sapi dan pembuatan reagen.
- (b) penyediaan getah dan preparat enzim
- (c) pengujian aktifitas preparat enzim terhadap daging pada berbagai variasi perlakuan
- (d) pengujian aktifitas dan pengujian parameter kerja enzim protease terhadap daging berupa tingkat kelunakan daging, baik secara kimia maupun fisika
- (e) pengumpulan dan analisis data
- (f) penyusunan dan pembuatan laporan ke Lembaga Penelitian Unimed.
- (g) penyusunan artikel ilmiah untuk dipublikasi di jurnal ilmiah.
- (h) penyusunan bahan ajar berbasis hasil penelitian untuk mata kuliah terkait.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: wadah penampung getah, alat penyadap getah, freeze dryer, mixer, lumpang dan alu, spektronik-20, cuvet, pH meter, lemari es, thermometer, sentrifuge, tabung sentrifuge, pipet mikro, neraca analitik, gelas ukur, erlenmeyer, labu ukur, gelas ukur, pipet tetes, dan tabung reaksi.

Bahan yang digunakan adalah: getah buah papaya, daging sapi bagian leher, natrium klorida (NaCl), natrium hidroksida (NaOH), natrium kalium tartrat ($\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), natrium karbonat (Na_2CO_3), tembaga sulfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$), asam trikloroasetat (TCA), Bovin Serum Albumin (BSA), natrium bifosfat ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), asam sitrat ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), natrium sitrat ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$), Folin Ciocalteu, dan aquades.

3.3. Prosedur Kerja

3.3.1. Penyadapan Getah Pepaya

Buah pepaya yang digunakan adalah buah mengkal yang telah berumur 2-3 bulan. Buah yang sedang dalam masa penyadapan harus tetap tergantung pada batang pohonnya. Masa penyadapan buah dapat berlangsung hingga 7 kali. Waktu yang tepat untuk melakukan penyadapan adalah pagi hari sebelum matahari terbit, yaitu pukul 05.30-08.00. Getah disadap dengan alat sadap (terdiri dari pisau cutter dan bambu), Penyadapan dilakukan dengan menorehkan alat sadap pada kulit buah dari pangkal menuju ujung buah. Kedalaman torehan antara 1-2 mm, tiap buah cukup lima kali torehan, dengan jarak antar torehan 1- 2 cm. Setelah ditoreh getah ditampung dengan wadah (Tekno Pangan dan Agroindustri, 2008).

3.3.2. Penyediaan preparat enzim papain

- a. Membuat larutan pengaktif dengan mencampurkan 1 liter aquades dan 3 gram NaCl.
- b. Getah pepaya dari penyadapan dicampur dengan larutan pengaktif sebanyak empat kali jumlah getah, kemudian diaduk hingga merata dengan alat pengaduk (*mixer*). (campuran ini akan membentuk emulsi getah berwarna putih susu yang agak kental)
- c. Emulsi getah dimasukkan dalam wadah plastik, lalu dimasukkan dalam freeze dryer pada suhu -40°C selama 10 jam hingga berbentuk serpihan-serpihan berwarna putih kekuningan, kemudian serpihan putih digerus hingga berbentuk tepung.

3.3.3. Penyediaan Daging

Daging sapi segar diambil langsung dari Pajak Brayon Jalan Yos Sudarso Pulo Brayon disimpan dalam suhu dingin. Sebelum digunakan, dipotong-potong berbentuk dadu dengan berat sesuai variabel penelitian dan tetap disimpan dalam lemari es.

3.3.4. Penyediaan Reagen

- a. Larutan natrium hidroksida 0,1 N
Sebanyak 0,4 gram NaOH dilarutkan dengan aquades dalam labu ukur 100 mL hingga tanda batas.
- b. Larutan natrium kalium tartrat 1%
Sebanyak 1,0 gram natrium kalium tartrat dilarutkan dengan aquades dalam labu ukur 100 mL hingga tanda batas
- c. Pereaksi A

Sebanyak 1,0 gram Na_2CO_3 dilarutkan dengan NaOH 0,1 N dalam labu ukur 100 mL hingga tanda batas

d. Pereaksi B

Sebanyak 0,5 gram $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dilarutkan dengan natrium tartat 1% dalam labu ukur 100 mL hingga tanda batas.

e. Pereaksi C (Pereaksi Lowry)

Sebanyak 100 mL pereaksi A dan 2 mL pereaksi B, dicampurkan, kemudian diaduk hingga homogen.

f. Larutan asam trikloroasetat 5 %

Sebanyak 5,0 gram asam trikloroasetat dilarutkan dengan aquades dalam labu ukur 100 mL hingga tanda batas.

g. Larutan Bovin Serum Albumin (BSA) 100 ppm

Sebanyak 10 mg Bovin Serum Albumin (BSA) dilarutkan dengan aquades dalam labu ukur 100 mL hingga tanda batas.

- Pembuatan Larutan Buffer pH 5

ü Larutan A (larutan Asam Sitrat 0,2 M)

Timbang teliti 21,014g $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, masukkan ke labu ukur 500 mL, tambahkan akuades $\frac{1}{2}$ labu dan homogenkan, tambah akuades sampai tanda batas.

ü Larutan B (Larutan Natrium Sitrat 0,2M)

Timbang teliti 29,412g $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$, masukkan ke labu ukur 500 mL, tambahkan akuades $\frac{1}{4}$ labu dan homogenkan, tambah akuades sampai tanda batas.

ü Larutan buffer pH 5

Kedalam labu ukur 100 mL masukkan 40 mL larutan A ditambah 60 mL larutan B, kocok hingga homogen.

- pH 5,5 – 7,0

Tabel 3.1. Pembuatan Buffer Phosfat

pH	X (mL)	Y (mL)
5,5	4,0	96,0
6,0	12,3	87,7
6,5	31,7	68,3
7,0	61,1	38,9

X (larutan $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,1 M) ; dan Y (larutan $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,1M)

ü Pembuatan Larutan X

Menimbang 17,799g $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, lalu masukkan ke labu ukur 1 L, tambahkan aquades $\frac{1}{4}$ labu, homogenkan, tambahkan lagi aquades sampai tanda batas kemudian kocok hingga homogen.

ü Pembuatan Larutan Y

Menimbang 15,601 g $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; masukkan ke labu ukur 1 L; tambahkan aquades $\frac{1}{4}$ labu, dan homogenkan, tambahkan lagi aquades sampai tanda batas kemudian dikocok hingga homogen (Mulyono, 2005).

3.3.5. Penetapan Serapan Maksimum Larutan Bovin Serum Albumin (BSA)

Kedalam tabung reaksi dipipet sebanyak 2 mL larutan BSA 100 ppm. Ditambahkan 5 mL pereaksi C, segera dikocok dan dibiarkan pada suhu kamar selama 10 menit. Kemudian ditambahkan 0,5 mL pereaksi Folin Ciocalteau, kocok segera dan biarkan pada suhu kamar selama 30 menit. Selanjutnya serapan dibaca pada panjang gelombang 600-800 nm, hingga diperoleh serapan maksimum. Hal yang sama dilakukan pada blanko, Hanya pada blanko larutan BSA diganti dengan aquades.

3.3.6. Penetapan Kurva Kalibrasi Larutan Bovin Serum Albumin (BSA)

Kedalam 6 buah labu ukur 10 mL dipipet larutan standar BSA 100 ppm, masing-masing: 0,5 mL tabung A; 1,0 mL tabung B; 1,5 mL tabung C; 2,0 mL tabung D ; 2,5 mL tabung E dan 3,0 mL tabung F. Kemudian ditambahkan masing-masing 5 mL pereaksi C, dikocok segera lalu ditambahkan aquades hingga tanda batas dikocok hingga homogen kemudian dibiarkan pada suhu kamar selama 10 menit. Lalu larutan dimasukkan dalam tabung reaksi dan ditambahkan 0,5 mL pereaksi Folin Ciocalteau, dikocok segera dan dibiarkan dalam suhu kamar hingga 30 menit. Selanjutnya dibaca absorbansi larutan tiap labu ukur pada panjang gelombang maksimum. Hal yang sama dilakukan pada blanko, blanko larutan BSA diganti dengan aquades (Silaban, 1999).

3.3.7. Penetapan Aktivitas Enzim

a. Perlakuan Variasi pH

Kedalam 5 tabung sentrifuge dimasukkan masing-masing 1 gram daging bagian leher yang berbentuk kubus dan larutan buffer dengan pH 5 pada tabung A; pH 5,5 pada tabung B; pH 6 pada tabung C; pH 6,5 pada tabung D; dan pH 7 pada tabung E. Lalu dibiarkan pada suhu kamar selama 5 menit. Kemudian ditambah enzim lalu dikocok perlahan-lahan dan dibiarkan kembali selama 30 menit. Aktivitas enzim dihentikan dengan menambahkan 2 mL larutan TCA 5 % (dimana cara kerja TCA adalah rantai peptida yang telah dipotong oleh enzim papain akan mengendap bersama TCA, sehingga semakin banyak peptida yang larut maka semakin tinggi absorbannya).

Kemudian semua tabung disentrifugasi pada 3400 rpm selama 10 menit, sehingga diperoleh endapan dan supernatant. Selanjutnya diambil 2 mL dari supernatant kemudian diukur absorbansinya dengan metode Lowry. Hal yang sama dilakukan pada blanko, hanya pada blanko, sebelum penambahan enzim papain langsung ditambahkan TCA.

Tabel 3.2. Perlakuan variasi pH

Tabung	Daging (gram)	Larutan Buffer (mL)	pH Buffer	Enzim (gram)	TCA (mL)
A	1,0	2,5	5,0	0,5	2,0
B	1,0	2,5	5,5	0,5	2,0
C	1,0	2,5	6,0	0,5	2,0
D	1,0	2,5	6,5	0,5	2,0
E	1,0	2,5	7,0	0,5	2,0

b. Perlakuan Variasi Suhu

Kedalam 3 tabung sentrifuge dimasukkan masing-masing 1 gram daging bagian leher yang berbentuk kubus dan larutan buffer dengan pH optimum dan dibiarkan pada suhu: tabung A suhu 50⁰C; tabung B suhu 55⁰C; dan tabung C suhu 60⁰C, biarkan selama 5 menit. Kemudian ditambah enzim lalu dikocok perlahan-lahan dan dibiarkan kembali selama 30 menit. Aktivitas enzim dihentikan dengan menambahkan 2 mL larutan TCA 5 % (dimana cara kerja TCA adalah rantai peptida yang telah dipotong oleh enzim papain akan mengendap bersama TCA, sehingga semakin banyak peptida yang larut maka semakin tinggi absorbannya). Kemudian semua tabung disentrifugasi pada 3400 rpm selama 10 menit, sehingga diperoleh endapan dan supernatant. Selanjutnya diambil 2 mL dari supernatant kemudian diukur absorbansinya dengan metode Lowry. Hal yang sama dilakukan pada blanko, hanya pada blanko, sebelum penambahan enzim papain langsung ditambahkan TCA.

Tabel 3.3. Perlakuan Variasi Suhu

Tabung	Daging (gram)	Larutan Buffer (mL)	pH	Suhu (°C)	Enzim (gram)	TCA (mL)
A	1,0	2,5	Optimum	50	0,5	2,0
B	1,0	2,5		55	0,5	2,0
C	1,0	2,5		60	0,5	2,0

c. Perlakuan Variasi Konsentrasi Enzim

Kedalam 5 tabung sentrifuge dimasukkan masing-masing daging 1 gram bagian leher yang berbentuk kubus dan larutan buffer pH optimum, lalu dibiarkan pada suhu optimum selama 5 menit. Kemudian ditambah enzim dengan berat masing-masing : 0,5 g pada tabung A; 0,25 g pada tabung B; 0,1 g pada tabung C; 0,075 g pada tabung D;

0,05 g pada tabung E; dan 0,025 g pada tabung F. Masing-masing campuran dikocok perlahan-lahan dan dibiarkan kembali selama 30 menit. Aktivitas enzim dihentikan dengan menambahkan 2 mL larutan TCA 5%.

Kemudian semua tabung disentrifugasi pada 3400 rpm selama 10 menit sehingga diperoleh endapan dan supernatan. Selanjutnya diambil 2 mL dari supernatan kemudian diukur absorbansinya dengan metode lowry. Uji aktivitas dilakukan secara duplo. Hal yang sama dilakukan pada blanko, hanya pada blanko, sebelum penambahan enzim langsung ditambah TCA.

Tabel 3.4. Perlakuan Variasi Konsentrasi Enzim

Tabung	Daging (gram)	Larutan Buffer (mL)	Ph	Suhu	Enzim (gram)	TCA (mL)
A	1,0	2,5	Optimum	Optimum	0,5	2,0
B	1,0	2,5			0,25	2,0
C	1,0	2,5			0,1	2,0
D	1,0	2,5			0,075	2,0
E	1,0	2,5			0,05	2,0
F	1,0	2,5			0,025	2,0

d. Perlakuan Variasi Konsentrasi Substrat (Berat Daging)

Kedalam 5 buah tabung sentrifuge dimasukkan daging yang berbentuk kubus (bagian leher) dengan berat masing-masing: 0,5 gram pada tabung A; 0,75 gram pada tabung B; 1,0 gram pada tabung C; 1,25 gram pada tabung D; dan 1,5 gram pada tabung E dan larutan buffer pH optimum, lalu dibiarkan pada suhu optimum selama 5 menit. Kemudian masing-masing tabung ditambah enzim pada konsentrasi optimum yang berasal dari variasi konsentrasi enzim, lalu dicampurkan dikocok dan dibiarkan kembali selama 30 menit. Aktivitas enzim dihentikan dengan penambahan TCA 5%. Kemudian semua tabung disentrifugasi pada 3400 rpm selama 10 menit, sehingga diperoleh endapan dan supernatan. Selanjutnya diambil 2 mL dari supernatant kemudian diukur absorbansinya dengan metode lowry. Uji aktivitas dilakukan secara duplo. hal yang sama dilakukan pada blanko, hanya pada blanko sebelum penambahan enzim langsung ditambah TCA.

Tabel 3.5. Perlakuan Variasi Konsentrasi Substrat

Tabung	Daging (gr)	Larutan Buffer	pH	Suhu	Enzim	TCA (mL)
A	0,5	Optimum	Optimum	Optimum	Optimum	2,0
B	0,75					2,0
C	1,0					2,0
D	1,25					2,0
E	1,5					2,0

3.3.8. Penetapan Kadar Protein Enzim Dengan Metode Lowry

Sebanyak 2 gram enzim dimasukkan kedalam tabung reaksi, lalu ditambahkan 5 mL reagen C, dikocok segera dan dibiarkan pada suhu kamar selama 10 menit. lalu ditambahkan 0,5 mL pereaksi Folin Ciocalteu, dikocok dan dibiarkan dalam suhu optimum hingga 30 menit. selanjutnya baca absorbansinya pada panjang gelombang maksimum. Hal yang sama dilakukan pada blanko, hanya pada blanko enzim diganti dengan aquades.

3.3.9. Penetapan Kadar Protein Daging Dengan Metode Lowry

Sebanyak 2 mL supernatan dimasukkan kedalam tabung reaksi, lalu ditambahkan 5 mL reagen C, dikocok dan dibiarkan pada suhu kamar selama 10 menit. Lalu ditambahkan 0,5 mL pereaksi Folin Ciocalteu, dikocok dan dibiarkan dalam suhu kamar selama 30 menit. Selanjutnya dibaca absorbansinya pada panjang gelombang maksimum. Dengan cara yang sama dilakukan pada duplikat dan blanko.

3.3.10. Menentukan tingkat kelunakan daging dengan alat Teksturometer di laboratorium Teknologi Pangan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara (USU).

3.3.11. Menentukan Aktivitas Enzim

Aktivitas enzim atau aktivitas spesifik dinyatakan dalam aktivitas unit permiligram protein enzim. Dimana Aktivitas Unit adalah banyaknya milligram protein daging yang diubah menjadi protein yang dapat larut (pepton) persatuan waktu.

Dengan membuat grafik disetiap perlakuan, maka akan didapat persamaan linier dari tiap grafik. Sehingga didapat persamaan regresi dan akan diketahui aktivitas enzim papain.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Pembuatan Enzim Papain

Getah papaya disadap pada pagi hari anatar pukul 06.00-08.00, hal tersebut dilakukan untuk menghindari getah terkontaminasi dari debu ataupun serangga. Penyadapan getah tidak boleh terlalu dalam (maksimal 1-2 mm) dikarenakan penyadapan yang terlalu dalam akan merusak buah papaya. Getah papaya yang disadap berwarna putih dan kental.

Pencampuran getah dengan bahan NaCl ialah untuk mengaktifkan gugus disulfida pada papain sehingga aktivitas dari papain akan meningkat (Tekno Pangan dan Agroindustri, 2008). Getah yang telah dicampur dengan pengaktif di mixer sehingga membentuk emulsi putih, emulsi putih inilah papain. Untuk mengawetkan papain, maka papain di keringkan.

Pengeringan papain dilakukan dengan menggunakan freeze dryer, hal tersebut dikarenakan pengeringan dengan freeze dryer dapat menjaga kualitas papain dibandingkan pengeringan dengan panas matahari yang dapat membuat getah papaya (papain) mudah tercemar oleh kotoran, debu, serangga, cendawan dan bakteri sehingga akan merusak kualitas papain yang dihasilkan, selain itu cahaya matahari dan udara menyebabkan getah membeku dan papain menjadi teroksidasi sehingga daya enzimatis papain menjadi rusak, akibatnya kualitas papain menjadi rendah (Kalie, 1999). Dari 30 mL getah papaya menghasilkan 12,1872 gram papain kering. Sebagai pembanding maka digunakanlah enzim papain tanpa perlakuan (getah buah papaya). Enzim papain dengan pengaktif dan dikeringkan menghasilkan daya simpan yang lebih lama yaitu 2 bulan pada suhu 27⁰C, sedangkan enzim papain langsung dari getah papaya tanpa perlakuan hanya bertahan selama 1 hari pada suhu 27⁰C.

4.2. Penentuan Aktivitas Enzim

Pada penentuan panjang gelombang maksimum larutan standar Bovin Serum Albumin (BSA) dengan menggunakan metode lowry, dimana metode lowry merupakan pengembangan dari metode biuret. Dalam metode ini terlibat 2 reaksi. Awalnya, kompleks Cu²⁺-protein akan terbentuk sebagaimana metode biuret, yang dalam suasana alkalis Cu²⁺ akan tereduksi menjadi Cu⁺. Ion Cu⁺ kemudian akan mereduksi reagen Folin-Ciocalteu, kompleks phosphomolibdat-phosphotungstat,

menghasilkan heteropolymolybdenum blue akibat reaksi oksidasi gugus aromatik (rantai samping asam amino) terkatalis Cu, yang memberikan warna biru intensif yang dapat dideteksi secara kolorimetri.

Kekuatan warna biru terutama bergantung pada kandungan residu tryptophan dan tyrosine-nya. Keuntungan metode Lowry adalah lebih sensitif (100 kali) daripada metode Biuret sehingga memerlukan sampel protein yang lebih sedikit. Dari data absorbansi di dapatkan bahwa serapan maksimum pada $\lambda = 750\text{nm}$. Selanjutnya semua pengukuran absorbansi untuk setiap perlakuan dibaca pada panjang gelombang yang sama. Aktivitas enzim ditentukan dengan cara menghitung kadar protein substrat yang dapat diuraikan oleh enzim dari protein yang tidak larut menjadi protein yang dapat larut.

4.2.1. Pengaruh pH Terhadap Tingkat Kelunakan Daging

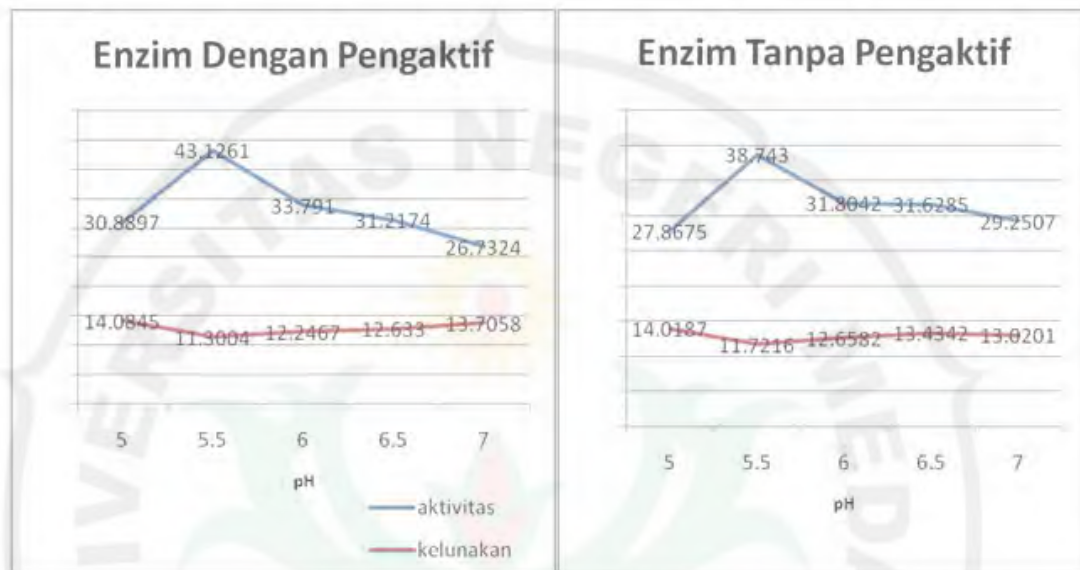
Kondisi pH yang bervariasi berpengaruh terhadap aktivitas spesifik enzim yang bekerja menguraikan substrat (protein daging). pH optimum yang divariasikan adalah pH 5,0; 5,5; 6,0; 6,5 dan 7,0 dimana menurut beberapa literatur bahwa enzim papain bekerja pada rentangan pH demikian.

Tabel 4.1. Data Perbandingan Pengaruh pH Terhadap Aktivitas Spesifik Papain dan Tingkat Kelunakan

pH	Aktivitas Spesifik (10^{-3} unit/mg)		Tingkat Kelunakan (g/mm^3)	
	Dengan Pengaktif	Tanpa Pengaktif	Dengan Pengaktif	Tanpa Pengaktif
5.0	30.8897	27.8675	14.0845	14.0187
5.5	43.1261	38.7430	11.3004	11.7216
6.0	33.7910	31.8042	12.2467	12.6582
6.5	31.2174	31.6285	12.6330	13.4342
7.0	26.7324	29.2507	13.7058	13.0201

Hasil percobaan menunjukkan bahwa enzim papain dengan pengaktif dan tanpa pengaktif optimum pada pH 5,5. Penentuan tingkat kelunakan daging dengan alat teksturometer juga memberikan hasil yang sama, yaitu tekstur daging lebih kecil pada pH 5,5 atau dengan kata lain daging lebih lunak pada pH 5,5. Hal tersebut menunjukkan

bahwa enzim papain pada keadaan dengan pengaktif atau tanpa pengaktif tetap memiliki pH yang sama yaitu 5,5.



Gambar 4.1. Grafik Pengaruh pH Terhadap Aktivitas Spesifik Papain dan Tingkat Kelunakan

Aktivitas enzim sangat dipengaruhi oleh pH medium. pH saat aktivitas enzim maksimum adalah pH optimum. pH optimum merupakan pH saat gugus pemberi dan penerima proton yang berperan penting pada sisi katalitik enzim atau pada sisi pengikat substrat berada dalam tingkat ionisasi yang diinginkan, sehingga substrat lebih mudah berinteraksi dengan sisi katalitik enzim.

Berdasarkan hasil penelitian ini, peningkatan aktivitas enzim dengan pengaktif dan tanpa pengaktif mulai teramati dari pH 5,0 sampai pH optimum 5,5 yaitu pada enzim dengan pengaktif sebesar 43.1261×10^{-3} unit/mg dan pada enzim tanpa pengaktif sebesar 38.7430×10^{-3} unit/mg (Gambar 4.1). Penurunan aktivitas enzim pada pH 6,0 terjadi karena lingkungan di sekitar sisi aktif enzim mengalami kekurangan jumlah proton (Kumaunang dan kamu, 2011).

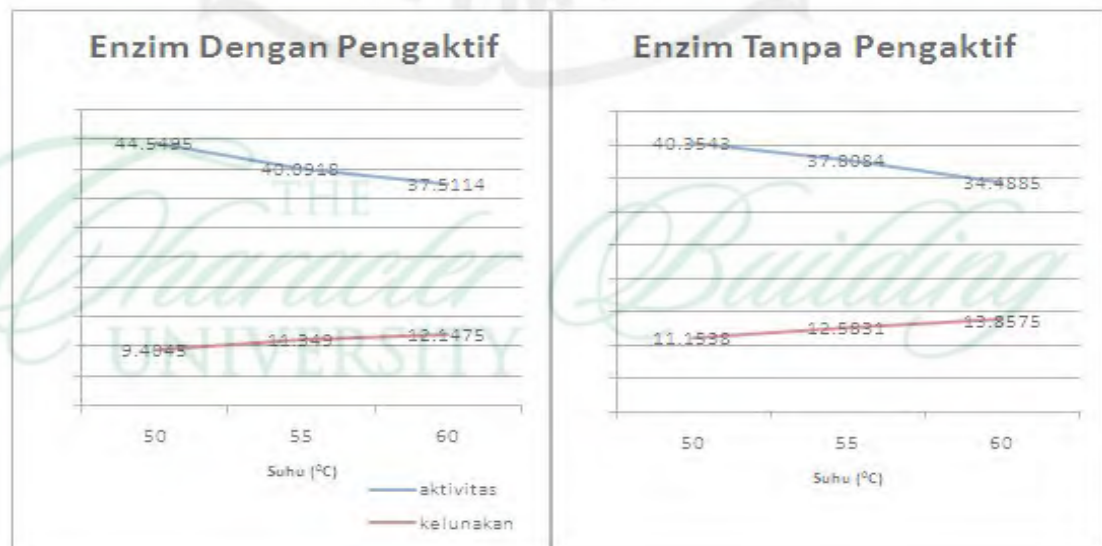
4.2.2. Pengaruh Suhu Terhadap Tingkat Kelunakan Daging

Pada perlakuan variasi pH telah diperoleh hasil bahwa aktivitas enzim maksimum berada pada pH optimum adalah pH 5,5. Hasil ini digunakan untuk menentukan aktivitas enzim berikutnya pada berbagai suhu, apabila enzim ditambahkan pada suhu yang tidak tepat maka aktivitas enzim dalam melunakkan daging menjadi tidak optimal.

Tabel 4.2. Data Perbandingan Pengaruh Suhu Terhadap Aktivitas Spesifik Papain dan Tingkat Kelunakan

Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Aktivitas Spesifik (10^{-3} unit/mg)		Tingkat Kelunakan (g/mm ³)	
	Dengan Pengaktif	Tanpa Pengaktif	Dengan Pengaktif	Tanpa Pengaktif
50	44.5495	40.3543	9.4045	11.1538
55	40.0918	37.8084	11.3490	12.5831
60	37.5114	34.4885	12.1475	13.8575

Suhu sangat erat berhubungan dengan energi aktivitas dan kestabilan enzim. Peningkatan suhu dapat menyebabkan peningkatan kecepatan reaksi dan secara bersamaan meningkatkan kecepatan inaktivasi enzim. Gambar 4.2 menunjukkan suhu optimum berada pada temperatur 50°C dengan, sedangkan pada suhu 55°C terjadi penurunan aktivitas enzim. Hal ini dikarenakan semakin tinggi suhu maka semakin tinggi pula laju reaksi, akan tetapi suhu yang terlalu tinggi akan merusak struktur enzim (denaturasi enzim) sehingga kerja enzim akan berkurang (Yuniwati, dkk., 2003). Sehingga hanya pada suhu tertentu aktivitas enzim akan maksimum.



Gambar 4.2. Grafik Pengaruh Suhu Terhadap Aktivitas Spesifik Papain dan Tingkat Kelunakan

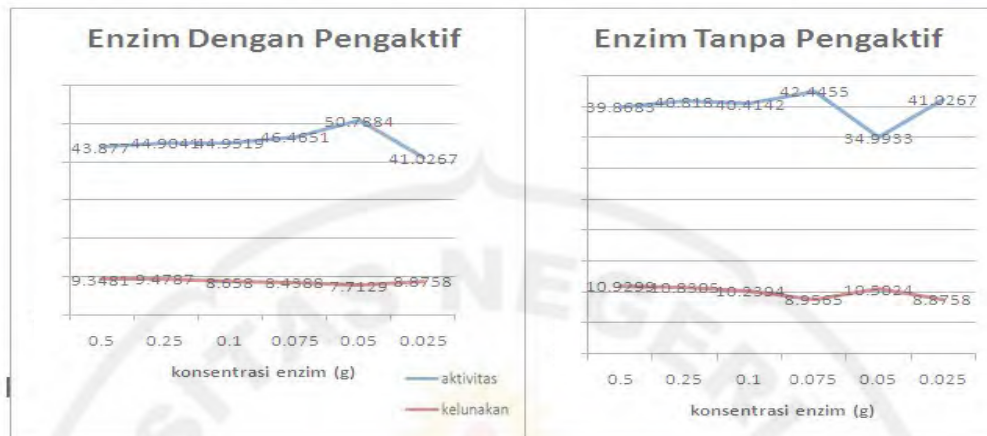
4.2.3. Pengaruh Konsentrasi Enzim Terhadap Tingkat Kelunakan Daging

Pada perlakuan variasi pH dan suhu telah diperoleh kondisi optimum enzim papain yang berada pada pH 5,5 dan suhu 50 °C. selanjutnya untuk variasi konsentrasi enzim 0,5; 0,25; 1,0; 0,075; 0,05 dan 0,025 gram.

Tabel 4.3. Data Perbandingan Pengaruh Konsentrasi Enzim Terhadap Aktivitas Spesifik Papain dan Tingkat Kelunakan

Konsentrasi Enzim (g)	Aktivitas Spesifik (10^{-3} unit/mg)		Tingkat Kelunakan (g/mm^3)	
	Dengan Pengaktif	Tanpa Pengaktif	Dengan Pengaktif	Tanpa Pengaktif
0,5	43.8770	39.8683	9.3481	10.9299
0,25	44.9041	40.8180	9.4787	10.8305
0,1	44.9519	40.4142	8.6580	10.2394
0,075	46.4651	42.4455	8.4388	8.9565
0,05	50.7884	34.9933	7.7129	10.5024
0,025	41.0267	31.1051	8.8758	12.1708

Hasil percobaan menunjukkan konsentrasi enzim berbeda pada enzim dengan pengaktif dan tanpa pengaktif. Pada enzim dengan pengaktif lebih optimum berada pada 0,05 gram dengan aktivitas spesifik yang lebih besar yaitu 50.7884×10^{-3} unit/mg dan juga ditunjukkan hasil yang sama pada penentuan tingkat kelunakan daging dengan menggunakan teksturometer yaitu daging lebih lunak pada pemberian konsentrasi enzim sebesar 0,05 gram dengan tekstur sebesar $7.7129 g/mm^3$. Sedangkan pada enzim tanpa pengaktif konsentrasi optimum berada pada 0,075 gram dengan aktivitas spesifik yang lebih besar yaitu 42.4455×10^{-3} unit/mg dan tekstur sebesar $8.9565 g/mm^3$.



Gambar 4.3. Grafik Pengaruh Konsentrasi Enzim Terhadap Aktivitas Spesifik Papain dan Tingkat Kelunakan

Konsentrasi enzim mempengaruhi aktivitas enzim. Semakin besar konsentrasi enzim semakin besar pula aktivitas enzim tersebut. Sisi aktif suatu enzim dapat digunakan berulang kali oleh banyak substrat. Substrat yang berikatan dengan sisi aktif enzim akan membentuk produk, pelepasan produk menyebabkan sisi aktif enzim bebas berikatan dengan substrat lainnya. Oleh karenanya dibutuhkan sejumlah kecil enzim untuk mengkatalis sejumlah besar substrat. Tetapi jumlah enzim yang terlalu kecil mengakibatkan aktivitas enzim juga menurun.

Dari gambar 4.3. menunjukkan bahwa konsentrasi enzim dengan pengaktif optimum berada pada 0,05 gram dengan aktivitas 50.7884×10^{-3} unit/mg, sedangkan pada konsentrasi diatas 0,05 g aktivitas enzim lebih rendah hal tersebut dikarenakan enzim yang terlalu banyak memungkinkan media yang ditambahkan tidak memadai dengan kebutuhan aktivitas enzim yang ada (Yuniwati, dkk., 2003). Dan pada penambahan enzim 0,025 gram terjadi penurunan aktivitas enzim dikarenakan kecepatan reaksi enzimatis akan naik sampai titik tertentu dan setelah itu aktivitas akan menurun, hal yang sama terjadi juga pada enzim tanpa larutan pengaktif.

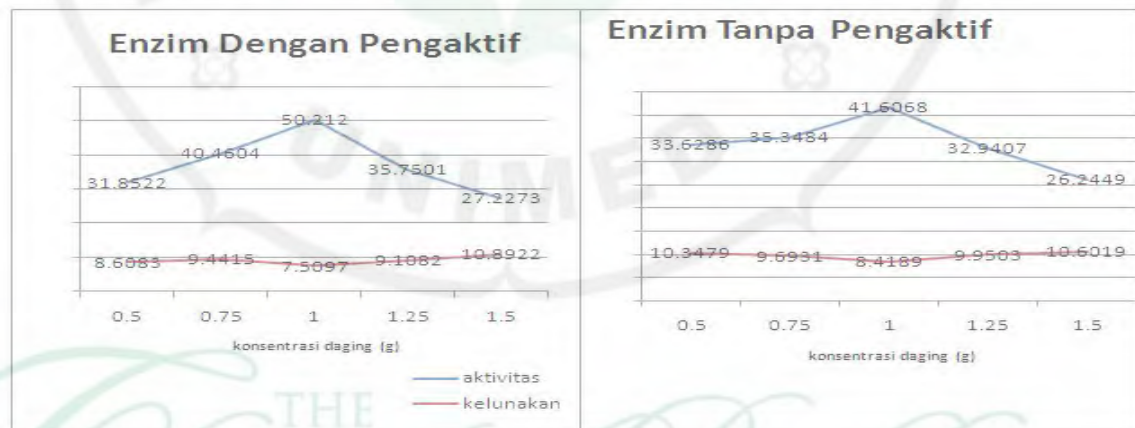
4.2.4. Pengaruh Konsentrasi Substrat Terhadap Tingkat Kelunakan Daging

Pada perlakuan variasi pH, suhu dan konsentrasi enzim telah diperoleh kondisi optimum enzim papain yang berada pada pH 5,5, suhu 50°C dan konsentrasi enzim papain 0,05 gram (pada enzim dengan pengaktif) dan konsentrasi enzim 0,075 gram (pada enzim tanpa pengaktif). Selanjutnya untuk variasi konsentrasi Substrat 0,5; 0,75; 0,1; 1,25; dan 1,5 gram.

Tabel 4.4. Data Pengaruh Konsentrasi Substrat Terhadap Aktivitas Spesifik Papain dan Tingkat Kelunakan

Konsentrasi Substrat (g)	Aktivitas Spesifik (10^{-3} unit/mg)		Tingkat Kelunakan (g/mm^3)	
	Dengan Pengaktif	Tanpa Pengaktif	Dengan Pengaktif	Tanpa Pengaktif
0,5	31.8522	33.6286	8.6083	10.3479
0,75	40.4604	35.3484	9.4415	9.6931
1,0	50.2120	41.6068	7.5097	8.4189
1,25	35.7501	32.9407	9.1082	9.9503
1,5	27.2273	26.2449	10.8922	10.6019

Hasil percobaan menunjukkan konsentrasi substrat yang lebih optimum pada enzi dengan pengaktif dan enzim tanpa pengaktif berada pada 1,0 gram. Pada enzim dengan pengaktif aktivitas spesifik sebesar 50.212×10^{-3} unit/mg dan tekstur sebesar $7.5097 \text{ g}/\text{mm}^3$. sedangkan pada enzim tanpa pengaktif aktivitas spesifik sebesar 41.6068×10^{-3} unit/mg dan tekstur sebesar $8.4189 \text{ g}/\text{mm}^3$.



Gambar 4.3. Grafik Pengaruh Konsentrasi Substrat Terhadap Aktivitas Spesifik Papain dan Tingkat Kelunakan

Apabila substrat terlalu banyak maka aktivitas enzim kurang untuk melakukan reaksi, dan sebaliknya jika substrat terlalu kecil maka substrat (daging) sebagai media yang tersedia tidak memadai dengan kebutuhan aktivitas enzim yang ada. Sehingga jumlah substrat dan enzim harus seimbang untuk menghasilkan aktivitas yang maksimum (Yuniwati, dkk., 2003). Dari semua penelitian didapati bahwa daging dengan pencampuran enzim papain terasa sedikit pahit.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Enzim papain yang dibuat dengan pengaktif dan dikeringkan memiliki aktivitas spesifik lebih besar, tingkat kelunakan daging lebih besar dan daya simpan lebih lama dibandingkan enzim papain tanpa pengaktif.
2. Enzim papain dengan pengaktif memiliki pH optimum sebesar 5,5 ;suhu 50⁰C; konsentrasi enzim 0,05 dan konsentrasi substrat 1,0 dengan aktivitas spesifik sebesar $50,2120 \cdot 10^{-3}$ unit/mg dan tingkat kelunakan sebesar 7,5097 g/mm³
3. Enzim papain tanpa pengaktif memiliki pH optimum sebesar 5,5 ;suhu 50⁰C; konsentrasi enzim 0,075 dan konsentrasi substrat 1,0 dengan aktivitas spesifik sebesar $41,6068 \cdot 10^{-3}$ unit/mg dan tingkat kelunakan sebesar 8,4189 g/mm³

5.2. Saran

1. Diharapkan dilakukan penelitian lanjutan untuk mencari kondisi optimum pada daya simpan enzim papain.
2. Disarankan untuk melakukan pengemasan pada enzim papain sehingga bisa menjadi peluang bisnis


DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, S., (1989), *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*, Penerbit Gramedia, Jakarta
- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, (2010), <http://www.pustaka.litbang.deptan.go.id/publikasi/wr324107.pdf> (diakses 17 Februari 2012)
- Budianto, A. K., (2009), *Dasar-Dasar Ilmu Gizi*, Cetakan ke-IV, UMM Press, Malang
- Budiman, A., (2003), *Kajian Terhadap Pengaruh Etanol Sebagai Bahan Pengendap dan Pengaruh Air, Buffer Fosfat Serta Etanol Pada Ekstraksi Papain*, Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Fennema, O.R., (1985), *Food Chemistry*, Aspen Publishers Inc, New York
- Forrest, J.C. et al., (1989), A review of potensial new methods of on-line pork carcass evaluation. *J. Anim. Sci*
- Gaman, P.M., dan Sherrington, K.B, (1992), *Pengantar Ilmu Pangan Nutrisi dan Mikrobiologi*, edisi kedua, Gadjah mada University, Yogyakarta
- Girindra, A., (1990), *Biokimia I*, PT Gramedia, Jakarta
- Harrison, M.J. 1997. *Catalytic Mechanism of The Enzyme Papain. Prediction a Hybrid Quantum Mechanical or Molecular Mechanical Potential*. *Journal of American Chemical Society* **Vol 119:12885 – 12291**
- Kalk, (1975), *Magnetic Relaxation in Protein Studies of Papain*, Gronigen
- Lawrie, R. A., (1995), *Ilmu Daging*, Universitas Indonesia-Press, Jakarta
- Lidya, Bevi, dkk., (2000), *Dasar Bioproses*, Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta
- Kalie. M. B., (1999), *Bertanam Pepaya*. Jakarta : PT Penebar Swadaya
- Kumaunang, M., dan Kamu, V., (2011), Aktivitas Enzim Bromelain dari Ekstrak Kulit Nanas (*Ananas comosus*) *jurnal ilmiah sains* **Vol 11 no. 2**
- Muchthadi, et all., (1992), *Enzim Dalam Industri Pangan*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Mulyono, (2005), *Membuat Reagen Kimia di Laboratorium*, Bumi Aksara, Bandung
- Nani (2007), *Potensi pasar papain sangat besar*, <http://ikm.kemenperin.go.id>, diakses tanggal 24 Maret 2012
- Nurul, (2008), Tepung Getah Pepaya, <http://fpk.unair.ac.id/jurnal/download.php?id=1> (diakses 18 Februari 2012)

- Romans, J.R., W.J., Costello, C.W., Carlson, M.L., Greaser, K.W., Jones., (1994), *The Meat We Eat 13th Ed.* Interstate Publishers Inc. Danviile. Illinois
- Sediaoetama, A.D., (1985), *Ilmu Gizi Jilid I*, Penerbit Dian Rakyat, Jakarta
- Shahib, M.N., (1992), *Pemahaman Seluk Beluk Biokimia Dan Penerapan Enzim*, PT.Citra Aditya Bakti, Bandung
- Silaban, R., (1994), Pendekatan bioteknologi dalam pengolahan limbah kayu gergaji menjadi gula oleh bakteri yang hidup dalam saluran pencernaan bekicot, Laporan Penelitian ITB, Program Vucer Dirbinlitabmas Ditjen Dikti.
- Silaban, R., (2009), Kajian pemanfaatan getah buah mangga untuk melunakkan daging, Media Prima Sains, Vol 1 No. 1
- Smith, J.E., (1993), *Prinsip Bioteknologi*, cetakan kedua, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Soedarmadji, (2002), *Diktat Mikrobiologi Industri*, UNDIP, Bandung
- Soeparno, (1998), *Ilmu dan Teknologi Daging*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Sudarmadji, (1989), *Mikrobiologi Pangan*, UGM Press, Yogyakarta
- Tekno Pangan dan Agroindustri, (2008), *Enzim Papain Dari Papaya*, Jurusan Teknologi Pangan Dan Gizi, Institut Pertanian Bogor, Bogor, **Volume 1 No 11**, Hal: 160-162
- Warisno, (2003), *Budidaya Pepaya*, Kanisius, Yogyakarta
- Winarno, F.G., (1986), *Enzim Pangan*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Winarno, F.G., (1992), *Kimia Pangan dan Gizi*, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Yuniwati, M., Yusran, Rahmadany., (2003), Pemanfaatan Enzim Papain Sebagai Penggumpal Dalam Pembuata Keju, *Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi IST AKPRIND Yogyakarta*, hal: 127-133

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Fotocopy Kontrak Penelitian



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
LEMBAGA PENELITIAN**

Jl. W. Iskandar, P.O. Kotak Pos No. 1588, Medan 20221, Telp. (061) 6635757, Fax. (061) 6635757, email (061) 6613865, e-mail: Penelitian_Unimed@yahoo.com - penelitian.unimed@gmail.com

SURAT PERJANJIAN PENGGUNAAN DANA (SP2D)
No.: 24 /UN33.8/KEP/KU/2012

in hari ini, Jumat tanggal 27 bulan April tahun dua ribu dua belas, kami yang beranda tangun di bawah ini:

Prof. Drs. Manitar Situmorang, M.Sc., Ph.D. : Ketua Lembaga Penelitian Universitas Negeri Medan, dan atas nama Rektor Unimed, dan dalam perjanjian ini disebut PIHAK PERTAMA.

Prof. Dr. Ramlan Silaban, Si : Dosen PPs bertindak sebagai Peneliti/Kerja pelaksana Penelitian selanjutnya disebut PIHAK KEDUA.

dua belah pihak secara bersama-sama telah sepakat mengadakan Surat Perjanjian Penggunaan Dana (SP2D) untuk melakukan Penelitian yang timbul dari DIPA Unimed tanggal 26 April 2012, Rektor Unimed untuk Research Grant Unimed dengan ketentuan sebagai berikut: Tahun anggaran 2012 sesuai surat perjanjian penggunaan Nomor 0070/UN.33/KEP/2012.

**Pasal 1
JENIS PEKERJAAN**

PIHAK PERTAMA memberi tugas kepada PIHAK KEDUA, dan PIHAK KEDUA memberi tugas tersebut untuk melaksanakan penelitian dengan judul: Karakterisasi Enzim Protease Getah Buah Pepaya Gunung Pamanatannya Untuk Meningkatkan Daging

menjadi tanggungjawab PIHAK KEDUA dengan masa kerja 6 (enam) bulan, terhitung mulai bulan Mei s.d. Oktober 2012.

**Pasal 2
DASAR PELAKSANAAN PEKERJAAN**

kerjaan dilaksanakan oleh PIHAK KEDUA atas dasar ketentuan yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Unimed ini yaitu:

1. Sesuai UU No. 17 Tahun 2005, tentang Keuangan Negara
2. UU RI No. 1 Tahun 2004, tentang Perbendaharaan Negara
3. UU RI No. 15 Tahun 2004, tentang pemeriksaan pengelolaan dan tanggungjawab keuangan Negara
4. DIPA No. 000372/UN33/KEP/KU/2012, Tanggal 15 Februari 2012

**Pasal 3
PENGAWASAN**

untuk pelaksanaan pengawasan dan pengendalian pekerjaan adalah Lembaga Penelitian Unimed dan sistem pengendalian internal (SPI) unimed.

**Pasal 4
NILAI PEKERJAAN**

PIHAK PERTAMA memberikan dana penelitian tersebut pada pasal 1 sebesar Rp. 15.000.000 (lima belas juta Rupiah), secara bertahap:

- Tahap pertama sebesar 40% yaitu Rp. 6.000.000,- (enam juta Rupiah) dibayarkan sewaktu Surat Perjanjian Penggunaan Dana (SP2D) ini ditandatangani oleh kedua belah pihak
- Tahap kedua sebesar 30% yaitu Rp. 4.500.000,- (empat juta lima ratus ribu Rupiah) dibayarkan setelah PIHAK KEDUA menyerahkan laporan kemajuan penelitian
- Tahap ketiga sebesar 30% yaitu Rp. 4.500.000,- (empat juta lima ratus ribu Rupiah) dibayarkan setelah PIHAK KEDUA menyerahkan laporan hasil Penelitian dan bukti pengeluaran/ penggunaan dana penelitian kepada PIHAK PERTAMA.

PIHAK KEDUA membayar pajak (PPH) sesuai dengan peraturan berlaku dan fotocopy bukti pembayaran diserahkan ke lembaga penelitian.

Pasal 5

JANGKA WAKTU PELAKSANAAN

PIHAK KEDUA menyelesaikan dan menyerahkan laporan hasil penelitian sebagaimana dimaksud dalam pasal 1 SP2D ini selambat-lambatnya tanggal 9 November 2012

Pasal 6

LAPORAN

PIHAK KEDUA menyerahkan laporan kemajuan pelaksanaan penelitian paling lambat tanggal 27 Juli 2012 dan PIHAK KEDUA menyampaikan draft laporan akhir penelitian paling lambat tanggal 2 November 2012. Untuk pelaksanaan seminar yang di Koordinasi oleh Lemlit dan laporan akhir penelitian sebagaimana disebut dalam pasal 1 sebanyak 8 (delapan) exemplar beserta soft copy.

1. a. Dana Penelitian tahap kedua tidak dicairkan jika laporan kemajuan pelaksanaan penelitian tidak diserahkan. PIHAK KEDUA harus menyampaikan naskah artikel hasil penelitian dalam bentuk compact disk (CD) untuk diterbitkan pada jurnal Nasional atau Nasional terakreditasi dan bukti pengiriman disertakan dalam laporan.

Sebelum laporan akhir penelitian diselesaikan PIHAK KEDUA melakukan desiminasi hasil penelitian melalui forum yang akan dikoordinasikan oleh Lembaga Penelitian.

Seminar penelitian dilakukan di lembaga Penelitian dengan mengundang dosen dan mahasiswa sebagai peserta seminar Lembaga Penelitian dan dinilai oleh Review Internal.

Bahan pelaksanaan seminar dimaksud (makalah) disampaikan ke Lembaga Penelitian sebanyak 2 (dua) exemplar. Bukti pengeluaran keuangan (kuitansi) dan RAB menjadi arsip pada PIHAK KEDUA dan 1 (satu) rangkap diserahkan ke Lembaga Penelitian dalam bentuk laporan penggunaan dana penelitian paling lambat tanggal 2 November 2012 yang pembiayaannya dibebankan kepada PIHAK KEDUA.

Dana penelitian tahap kedua tidak dapat dicairkan jika bukti pengeluaran keuangan belum diserahkan oleh peneliti, dan dikembalikan ke Kas Negara jika melewati batas akhir SP2D.

Sistematika laporan akhir penelitian harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

- a. Bentuk kuarto
- b. Warna cover disesuaikan dengan ketentuan yang ditetapkan oleh Unimed
- c. Dibawah bagian kulit cover depan ditulis : dibiayai oleh Dana PO Unimed No. 000372/UN.33/KEP/KU/2011 Tanggal 15 Februari 2012
- d. Melampirkan Surat Perjanjian Penggunaan Dana (SP2D) pada lampiran laporan.

Pasal 7

SANKSI

Apabila PIHAK KEDUA tidak dapat menyelesaikan penelitian sebagaimana tersebut dalam pasal 5 maka PIHAK KEDUA dikenakan sanksi :Tidak akan diikutsertakan dalam pelaksanaan penelitian atau kegiatan lainnya. Apabila pelaksana program melalaikan kewajiban baik langsung atau tidak langsung yang merugikan keuangan negara diwajibkan mengganti kerugian yang dimaksud.

Apabila Ketua Peneliti berhalangan melaksanakan desiminasi karena suatu hal, maka menunjuk salah seorang anggota yang mampu.

Pasal 8

LAPORAN

1 (satu) pada Perpustakaan nasional

1 (satu) pada PDII LIP1

1 (satu) pada BAPENAS

1 (satu) Perpustakaan Unimed

1 (satu) pada Lembaga Penelitian Unimed

1 (satu) pada Perpustakaan Fakultas

1 (satu) pada Perpustakaan Jurusan/Prodi

PIHAK PERTAMA

Prof. Dr. Manihar Situmorang, M.Sc., Ph.D
NIP. 19600804 198601 1 001

PIHAK KEDUA

Prof. Dr. Ramlan Silaban, Si
19600618 198703 1 002

Lampiran 2. Surat-Surat Perijinan dan Persetujuan



FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
 UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
 LABORATORIUM KIMIA
 Jl. Willem Iskandar, Psr.V Medan 20221
 Telp. (061) 6625970 Pes. 118

SURAT KETERANGAN
TELAH MELAKUKAN PENELITIAN
 No. 022.2 / LK / VIII / 2012

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala Laboratorium Kimia FMIPA UNIMED Medan, menerangkan bahwa :

Nama : Rahmadani
 NIM : 408231039
 Program Studi : S1 Kimia
 Jurusan : Kimia

adalah benar telah selesai melakukan penelitian di Laboratorium Kimia FMIPA UNIMED Medan, dengan judul : *" Kajian Pemanfaatan Enzim Papain Dari Getah Pepaya (*Carica papaya L*) Untuk Melunakan Daging "* dari tanggal : 07 Mei 2012 s/d 09 Juli 2012

Demikianlah surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya, untuk dapat dipergunakan seperti halnya.

THE
 Character
 UNIVERSITY

Medan, 13 Juli 2012
 Kepala Laboratorium


 Drs. Marudut Sinaga, M.Si.
 NIP. 196302161996031001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
 FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
 LABORATORIUM PUSAT PENELITIAN

(Laboratory of Research Centre)
 Jl. Bioteknologi No. 1 Kampus USU Telp. 8211050, Fax. 8214290
 Medan – 20155, Sumatera Utara – Indonesia

SURAT KETERANGAN

Nomor : 76/LP-FMIPA/VII/2012

Kepala Laboratorium Penelitian Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA)
 USU Medan dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Rahmadani
 NIM : 408231039
 Dept/Fak : Kimia
 Universitas/Akademi : UNIMED

Dan benar nama yang bersangkutan diatas telah melakukan penelitian dengan Judul " Kajian Pemanfaatan Enzim Papain dari Getah Pepaya (*Carica papaya L*") Untuk Melunakan Daging".

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sesuai dengan keperluannya.

Medan, 9 Juli 2012

Kepala,



Prof. Dr. Harry Agusnar, M.Sc., M.Phil.
 NIP. 195308171983031002

THE
Character Building
 UNIVERSITY



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS PERTANIAN
Jl. Prof. A. Sofyan No. 3 Kampus USU Medan

SURAT KETERANGAN
No. 33/L.P/P-P-USU/2012

Laboratorium Teknologi Pangan, Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan,
Universitas Sumatera Utara, dengan ini menerangkan bahwa mahasiswa tersebut
dihawah ini:

Nama	: Rahmadan
NIM	: 408231039
Prog. Studi/Universitas	: Kimia/Untv. Negeri Medan

Telah selesai melakukan analisa dan telah menyelesaikan urusan administrasi di
Laboratorium Teknologi Pangan, Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan,
Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.

Medan, 9 Juli 2012

Kepala Laboratorium Teknologi Pangan.



Sentosa Ginting, MPy
No. 09910061986011001

THE
Character Building
UNIVERSITY

Lampiran 3. Instrumen Penelitian

A. Alat

No	Nama Alat	Ukuran	Jumlah
1	Labu ukur	10mL; 25mL; 50mL; 100mL; 500mL; 1000mL	@ 5 buah
2	Gelas ukur	10mL; 25mL; 100mL	@ 1 buah
3	Beaker gelas	100mL; 250mL; 1000mL	@ 3 buah
4	Pipet tetes	-	10 buah
5	Pipet volum	5mL; 10mL	@ 1 buah
6	Mikro pipet	-	2 buah
8	Neraca analitik	-	1 buah
9	Mixer	-	1 set
10	Penangas	-	1 buah
11	Teksturometer	-	1 set
12	Freeze dryer	-	1 set
13	Sentrifuge	-	1 set
14	Tabung sentrifuge	-	15 buah
15	Thermometer	100 ⁰ C	2 buah
16	pH meter	-	1 set
17	Spektronik 20	-	1 set
18	Kuvet	-	20 buah

B. Bahan

No	Nama Bahan	Jumlah
1	Getah Pepaya	900mL
2	Daging sapi	2 Kg
3	NaCl	50 gram
4	NaOH	50 gram
5	NaKC ₄ H ₄ O ₆ .2H ₂ O	100 gram
6	Na ₂ CO ₃	100 gram
8	CuSO ₄	50 gram
9	Asam Trikloroasetat	40 gram
10	Bovin Serum Albumin	100 mg
11	Na ₂ HPO ₄	50 gram
12	NaH ₂ PO ₄	50 gram
13	Asam Sitrat	60 gram
14	Natrium Sitrat	60 gram
15	Folin Ciocalteau	100mL
16	Aquades	20 L

Lampiran 4. Rincian Biaya Penelitian

1. Rincian biaya gaji dan upah Tim Peneliti :

No	Pelaksana	Jumlah Jam/minggu	Bulan/tahun	Honor/jam, Rp	Jumlah, Rp
1	Ketua Peneliti	12	8	22.000,00	2.112.000,00
2	Anggota (dosen, 1 org)	10	7	18.000,00	1.260.000,00
3	Anggota (mhs, 1 org)	8	7	14.000,00	784.000,00
Sub-Jumlah					4.156.000,00

2. Rincian biaya pembelian alat dan bahan habis pakai serta operasional peralatan:

No	Nama Alat/Bahan	Jumlah	Harga Satuan, Rp	Jumlah, Rp
1	Botol reagen	10	20.000,00	200.000,00
2	Kertas saring	2 pack	100.000,00	200.000,00
3	Wadah Penampung Getah	5	10.000,00	50.000,00
4	Alat Penyadap	5	5.000,00	25.000,00
5	Daging sapi	2 Kg	80.000,00	160.000,00
6	Buah Pepaya	100 Buah	5.000,00	500.000,00
7	NaCl	300 gram	135.000,00	135.000,00
8	Natrium Sitrat	100 gram	240.000,00	240.000,00
9	Asam Sitrat	100 gram	225.000,00	225.000,00
10	Natrium Hidroksida	500 gram	385.000,00	385.000,00
11	Na. Kalium Tartrat	100 gram	160.000,00	160.000,00
12	Natrium Karbonat	100 gram	210.000,00	210.000,00
13	Aquades	20 L	3000,00	60.000,00
14	Tembaga Sulfat	50 g	175.000,00	175.000,00
15	Bovin Serum Albumin (BSA)	1 gram	600.000,00	600.000,00
16	Na ₂ HPO ₄	100 gram	350.000,00	350.000,00
17	NaH ₂ PO ₄	100 gram	375.000,00	375.000,00
18	Asam Klorida	200 mL	200.000,00	200.000,00
19	Folin Ciocalteu	100 mL	180.000,00	180.000,00
20	Asam trikloroasetat	50 gram	250.000,00	250.000,00
20	Operasional peralatan Freeze Dryer	3 x Pemakaian	100.000,00	300.000,00
21	Operasional peralatan uji kelunakan secara fisika di USU	95 x Pemakaian	10.000,00	950.000,00
Sub-Jumlah				5.920.000

3. Rincian biaya Perjalanan :

No	Jenis Pengeluaran	Jumlah, Rp
1	Transport mengambil getah pepaya : pp, 3 orang , 3 kali x @ Rp. 30.000	270.000,00
2	Transport membeli daging ke pasar, pp, 2 orang, 3 kali x @ Rp. 20.000	120.000,00
3	Transport mengeringkan getah dengan freeze dryer dari Unimed ke USU, pp : 2 org, 4 kali @ Rp. 20.000	160.000,00
4	Transport menguji kelunakan secara fisika, dari Unimed ke USU, pp : 2 org, 10 kali @ Rp. 20.000	400.000,00
Sub-Jumlah		950.000,00

4. Rincian biaya lain-lain :

No	Jenis Pengeluaran	Jumlah, Rp
1	ATK, 1 paket Rp. 200.000	200.000
2	Penyusunan dan publikasi artikel untuk publikasi sebagai luaran wajib, 1 paket @ Rp. 1.000.000	1.000.000
3	Penyusunan dan penggandaan bahan ajar sebagai luaran tambahan, 1 paket @ Rp. 1.000.000	1.000.000
4	Penyusunan dan penggandaan laporan kegiatan untuk diserahkan ke Lemlit, 1 paket @ Rp. 750.000	750.000
5	Snack Rapat-rapat dan biaya komunikasi seluler, internet, 1 paket @ Rp. 500.000	500.000
6	Fotokopi jurnal dan bahan referensi, 1 paket @ Rp. 500.000	500.000
Sub-Jumlah		3.950.000

Lampiran 5. Personalia Tenaga Peneliti

No	Nama dan Gelar Akademik	NIDN	Bidang ilmu (Keahlian)	Alokasi Waktu (Jam/minggu)	Uraian Tugas
1	Prof.Dr. Ramlan Silaban, M.Si.	0018066008	Biokimia/ Bioteknologi	12	<ul style="list-style-type: none"> - Bertanggungjawab dalam seluruh kegiatan penelitian - Menyusun proposal - Melaksanakan penelitian, baik di Unimed maupun di USU - Mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan - Mengumpulkan data - Mempersiapkan bahan Monev - Menyusun laporan sementara - Menganalisis dan menginterpretasi data - Menyusun laporan penelitian untuk diserahkan ke Lemlit - Menyusun artikel dan mengirimkannya ke jurnal untuk dipublikasi - Menyusun bahan ajar untuk perkuliahan terkait
2	Freddy Panggabean, S.Pd., M.Pd.	0023108601	Biokimia, Pendidikan Kimia	10	<p>Membantu ketua dalam :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menyusun proposal - Mempersiapkan alat dan bahan penelitian - Melaksanakan penelitian - Mempersiapkan bahan Monev - Mengumpulkan data - Menyusun laporan sementara - Menganalisis data - Menyusun laporan penelitian
3	Rahmadani	NIM	Mahasiswi	8	<p>Membantu ketua dalam :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menyusun proposal - Mempersiapkan alat dan bahan penelitian - Membersihkan ruangan, peralatan dan bahan penelitian - Menyediakan pereaksi - Melaksanakan penelitian - Membawa preparat dari Unimed ke USU dan sebaliknya - Mengumpulkan data - Menganalisis data

Lampiran 6. Riwayat Hidup Peneliti

1. Biodata Ketua Tim Peneliti

A. Keterangan Diri

1	Nama lengkap	:	Prof. Dr. Ramlan Silaban, M.Si.
2	NIP / NIDN	:	196006181987031002 / 0018066008
3	Tempat/tgl lahir	:	Dolok Nagodang, 18 Juni 1960
4	Jenis kelamin	:	Laki-laki
5	Fak/Jur/Prodi	:	FMIPA / Kimia/ Kimia
6	Alamat kantor	:	Jl. Willem Iskandar, Psr V Medan Estate Medan
	Telpon / Faximile	:	0616625970 / 061 6613319
7	Alamat rumah	:	Jl. Garuda III No. 14 Perumnas Mandala Medan
8	Telpon / HP	:	0617331520 / 08126417912
9	e-mail	:	drsilabanmsi@yahoo.co.id

b. Mata Kuliah yang diampu

No	Nama Mata Kuliah	Prodi	Instansi
1	Kimia Umum	Pendidikan Kimia, S1	Unimed
2	Biokimia I	Pendidikan Kimia, S1	Unimed
3	Biokimia II	Pendidikan Kimia/Kimia, S1	Unimed
4	Biokimia Nutrisi	Pendidikan Kimia/Kimia, S1	Unimed
5	Bioteknologi	Kimia, S1	Unimed
6	Microteaching	Pendidikan Kimia/Kimia, S1	Unimed
7	Biokimia Lanjut	Pendidikan Kimia, S2	Unimed
8	Pengembangan Kurikulum dan Sistem Evaluasi Pemb. Kimia	Pendidikan Kimia, S2	Unimed
9	Produksi Media Pemb. Kimia	Pendidikan Kimia, S2	Unimed
10	Pengelolaan Laboratorium	Pendidikan Kimia, S2	Unimed
11	Seminar dan Penulisan Karya Ilmiah	Pendidikan Kimia, S2	Unimed
12	Enzymology	Ilmu Biomedik, S2	FK USU
13	Penulisan Karya ilmiah	Ilmu Biomedik, S2	FK USU

c. Riwayat pendidikan (setelah tamat SMA)

No	Gelar	Institusi	Tahun lulus	Bidang Ilmu
1	Sarjana Pendidikan, Drs.	IKIP Medan	1986	Pendidikan Kimia
2	Magister Sains, M.Si.	ITB Bandung	1991	Kimia, Biokimia
3	Doktor, Dr.	ITB Bandung	1999	Kimia, Biokimia

d. Pengalaman penelitian dan pengabdian kepada masyarakat

No	Jenis Penelitian / pengabdian	Tugas dalam penelitian / pengabdian	Sumber Dana, tahun anggaran
1	Studi persepsi guru dan siswa di Sumatera Utara terhadap program sertifikasi guru oleh pemerintah	Ketua	Mandiri, Unimed, 2008-2009
2	Analisis Kinerja Guru setelah tersertifikasi di beberapa sekolah mitra PPL Unimed	Anggota	Teaching Grant, Unimed, 2010
3	Kajian pemanfaatan ubi jalar putih sebagai bahan membuat bioetanol melalui fermentasi oleh beberapa mikroba alami	Pembimbing	PKM Dikti, Unimed, 2011
4	Kajian pemanfaatan ekstrak biji rambutan untuk mengurangi resiko diabetes mellitus	Pembimbing	PKM Dikti, Unimed, 2011
5	Pemilihan strategi, model dan media dalam pembelajaran berbagai pokok bahasan ilmu kimia	Ketua	Mandiri, Unimed, 2010-2011
6	Pengembangan buku ajar ilmu kimia yang standar sesuai KTSP untuk SLTP dan SLTA	Pembimbing	Mandiri, Unimed, 2011-2012
7	Studi persepsi masyarakat tentang pemanfaatan enzim dalam kehidupan sehari-hari	Pembimbing	Mandiri, USU, 2011
8	Program sertifikasi Guru dalam Jabatan	Aessor/ Instruktur	Kemdiknas, 2007 sd sekarang
9	Kordinasi Pengawasan UN SMA/SMK/MA	Kordinator Pengawas	Kemdiknas, 2009 sd sekarang

e. Pengalaman publikasi ilmiah

No	Jenis publikasi	Nama Jurnal	Ket
1	Pengaruh penggunaan macromedia Flash, program Powerpoint dan Peta Konsep terhadap hasil belajar kimia pada pokok bahasan Hidrokarbon	Jurnal Pendidikan Kimia, Vol. 3 No 1, edisi April 2011 ISSN 2085-3653	Penulis Utama
2	Penerapan model pembelajaran kooperatif dikombinasikan dengan animasi komputer pada pokok bahasan Kimia Larutan	Jurnal Pendidikan Kimia, Vol. 2 No 1, edisi April 2010	Penulis Utama
3	Isolasi dan karakterisasi mikroba pengurai asam lemak dari limbah industri oleokimia dan aplikasinya pada pembelajaran Bioteknologi	Jurnal Pendidikan Biologi, Vol. 2 No 2, edisi Juni 2010 ISSN 2086-2245	Penulis Utama
4	Persepsi siswa terhadap kompetensi guru dan hubungannya dengan hasil belajar kimia kelas XI IPA SMA di Kabupaten Labuhan Batu	Jurnal Pendidikan Kimia, Vol. 1 No 2, edisi Agustus 2009	Penulis Utama
5	Hubungan antara persepsi siswa atas kepemimpinan Kepala Laboratorium dan Disiplin Kerja Guru terhadap hasil belajar kimia	Jurnal Pendidikan Kimia, Vol. 1 No 1, edisi April 2009	Penulis Utama
6	Analysis perception, praparadness and prestise motivation of the science teachers for teacher's certification programme	<i>Proceeding</i> , International Seminar on Education Technology, Medan, February, 2010	Penulis Utama
7	Persepsi para guru kimia atas perlunya kreativitas dalam pembelajaran sebagai upaya menuju guru yang profesional	<i>Proceeding</i> , International Seminar on Resources-Based Instructions, Medan, February, 2009	Penulis Utama
8	Persepsi dan kesiapan guru kimia atas program sertifikasi guru di beberapa kabupaten/kota di Sumatera Utara	<i>Makalah</i> , Seminar Nasional Pendidikan dan Profesionalisme Guru, Medan, 2009	Penulis Utama
9	Stdi persepsi masyarakat atas pemanfaatan enzim dalam pembuatan susu terfermentasi	Jurnal Pendidikan Kimia, Vol. 3 No 1, edisi April 2011 ISSN 2085-3653	Anggota penulis
10	Kajian pemanfaatan ekstrak biji rambutan untuk mengurangi resiko diabetes mellitus	Jurnal Pendidikan Kimia, Vol. 3 No 1, edisi April 2011	Anggota penulis

		ISSN 2085-3653	
11	Studi persepsi masyarakat tentang pemanfaatan enzim dalam pembuatan sirup	Jurnal Pendidikan Kimia, Vol. 2 No 2, edisi Agustus 2010 ISSN 2085-3653	Anggota penulis
12	Pengolahan limbah serbuk gergaji kayu sebagai bahan baku pembuatan bioetanol	Jurnal Pendidikan Kimia, Vol. 3 No 2, edisi Agustus 2011 ISSN 2085-3653	Penulis Utama
13	Kajian pemanfaatan ubi jalar putih sebagai bahan membuat bioetanol melalui fermentasi oleh beberapa mikroba alami	Jurnal Pendidikan Kimia, Vol. 3 No 2, edisi Agustus 2011 ISSN 2085-3653	Anggota Penulis

Medan, 06 Oktober 2012

Prof. Dr. Ramlan Silaban, M.Si.
NIP. 196006181987031002

THE
Character Building
UNIVERSITY

2. Biodata Anggota Peneliti, Dosen

a. Keterangan Diri

1	Nama lengkap	:	Freddy Tua Musa Panggabean, S.Pd.M.Pd
2	NIP / NIDN	:	198610232010121003 / 0023108601
3	Tempat/tgl lahir	:	Medan, 23-10-1986
4	Jenis kelamin	:	Laki-laki
5	Fak/Jur/Prodi	:	FMIPA/Kimia/Pendidikan Kimia
6	Alamat kantor	:	Jl.Willem Iskandar
	Telpon / Faximile	:	061 6625970 / 6613319
7	Alamat rumah	:	Jl.Dahlia No 9A Medan
8	Telpon / HP	:	081263096370 / 081375109863
9	e-mail	:	panggabean.frika48@yahoo.co.id

b.Mata Kuliah yang diampu

No	Nama Mata Kuliah	Prodi	Instansi
1	Kimia Umum 1	Pendidikan Fisika	Unimed
2	Kimia Umum 2	Pendidikan Matematika	Unimed
3	Biokimia I	Pendidikan Kimia	Unimed
4	Praktikum Kimia Umum I	Pendidikan Kimia	Unimed
5	Praktikum Kimia Umum II	Pendidikan Fisika	Unimed
6	Experimental Biochemistry	Chemistry Education	Bilingual Programme, Unimed

c.Riwayat pendidikan (setelah tamat SMA)

No	Gelar	Institusi	Tahun lulus	Bidang Ilmu
1	S.Pd	UNIMED	2007	Pendidikan Kimia
2	M.Pd	UNIMED	2010	Pendidikan Kimia

d. Pengalaman penelitian dan pengabdian kepada masyarakat

No	Jenis Penelitian / pengabdian	Tugas dalam penelitian / pengabdian	Sumber Dana, tahun anggaran
1	Pemilihan strategi, model dan media dalam pembelajaran berbagai pokok bahasan ilmu kimia	Anggota	Mandiri, Unimed, 2011-2012
2	Kordinasi Pengawasan UN SMA/SMK/MA	Pengawas satuan pendidikan	Kemdiknas, 2012

Medan, 06 Oktober 2012

Freddy Tua Musa Panggabean, S.Pd.M.Pd
198610232010121003

THE
Character Building
UNIVERSITY

3. Biodata Anggota Peneliti, Mahasiswa

a. Keterangan diri

1	Nama lengkap	:	Rahmadani
2	NIM	:	408231039
3	Tempat/tgl lahir	:	Medan/ 18 Maret 1989
4	Jenis kelamin	:	Perempuan
5	Fak/Jur/Prodi	:	FMIPA/Kimia/Kimia
6	Alamat kantor	:	Jalan Williem Iskandar Medan
	Telpon / Faximile	:	061 6625970 / 6613319
7	Alamat rumah	:	Jalan Rumah Potong Hewan Psr 1, Mabar Hilir
	Telpon / HP	:	087869694485
	e-mail	:	dhanyr37@yahoo.com

b. Pengalaman penelitian dan pengabdian kepada masyarakat

No	Jenis Penelitian / pengabdian	Tugas dalam penelitian / pengabdian	Sumber Dana, tahun anggaran
1	Optimalisasi Jenis Mikroba Yang Berpotensi Membuat Bioetanol Dari Ubi Jalar Putih (<i>Ipomea batatas</i> L)	PKMP	Dikti, 2011
2	Pembuatan Kitosan Dari Limbah Cangkang Bekicot Dan Pemanfaatannya Sebagai Adsorban Logam Nikel	PKMP	Dikti, 2012

e. Pengalaman publikasi ilmiah

No	Jenis publikasi	Nama Jurnal	Ket
1	Kajian pemanfaatan ubi jalar putih sebagai bahan membuat bioetanol melalui fermentasi oleh beberapa mikroba alami	Jurnal Pendidikan Kimia, Vol. 3 No 2, edisi Agustus 2011 ISSN 2085-3653	Penulis Utama

Medan, 06 Oktober 2012

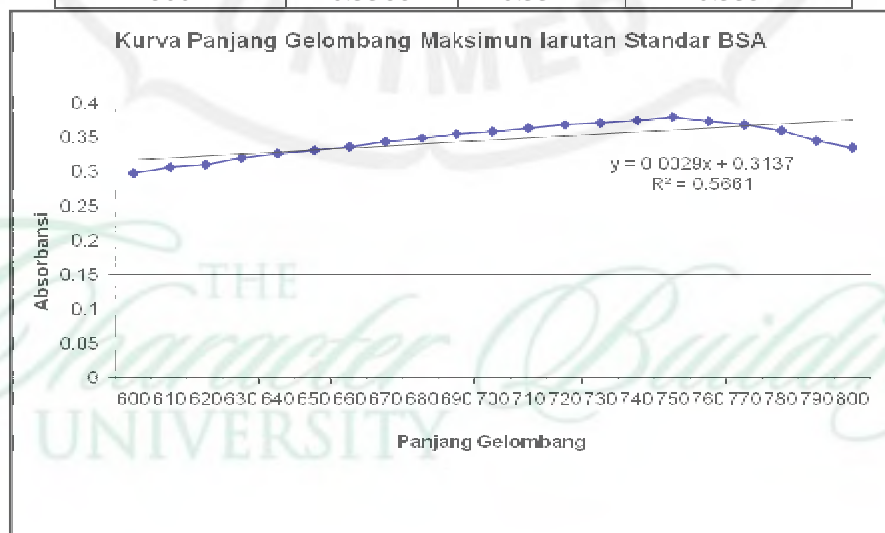
Rahmadani
NIM. 408231039

Lampiran 7. Lampiran Data Penelitian

a. Data Serapan (Absorbansi) pada penentuan λ maks larutan standar BSA

Tabel 1. Data Serapan (Absorbansi) pada penentuan λ maks larutan standar BSA

Panjang Gelombang	Absorbansi		Rata-Rata
	I	II	
600	0.2956	0.2982	0.2969
610	0.3049	0.3073	0.3061
620	0.3098	0.3111	0.3104
630	0.3210	0.3183	0.3196
640	0.3253	0.3275	0.3264
650	0.3306	0.3313	0.3309
660	0.3362	0.3352	0.3357
670	0.3423	0.3454	0.3438
680	0.3484	0.3492	0.3488
690	0.3525	0.3554	0.3539
700	0.3571	0.3597	0.3584
710	0.3632	0.3635	0.3633
720	0.3675	0.3696	0.3685
730	0.3706	0.3716	0.3711
740	0.3741	0.3735	0.3738
750	0.3788	0.3795	0.3791
760	0.3747	0.3725	0.3736
770	0.3676	0.3685	0.3680
780	0.3598	0.3583	0.3590
790	0.3450	0.3442	0.3446
800	0.3388	0.3314	0.3351

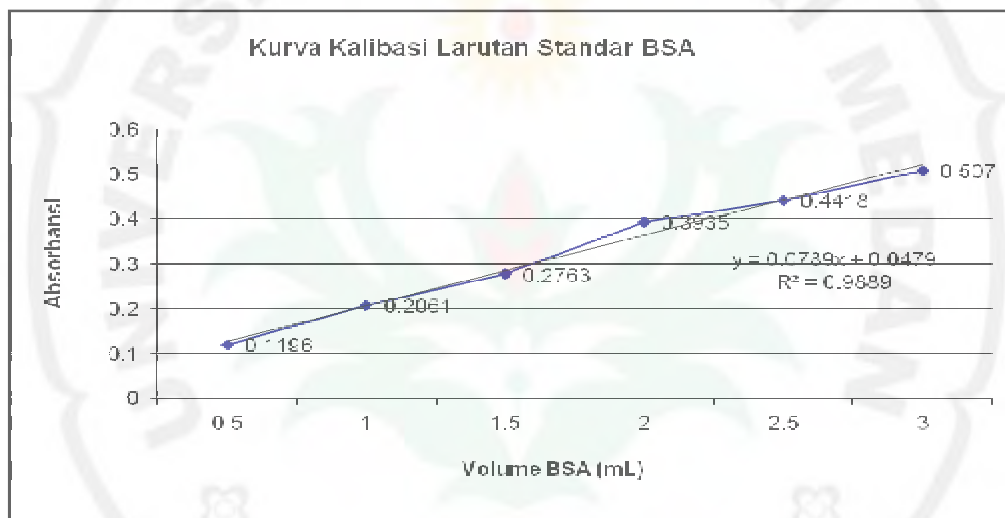


Gambar 1. Kurva Panjang Gelombang Maksimum Larutan Standar BSA

b. Data Kurva Kalibrasi Larutan Standar BSA

Tabel 2. Data Kurva Kalibrasi Larutan Standar BSA

Bsa (mL)	Absorbansi		Rata-Rata
	I	II	
0.5	0.1192	0.1201	0.1196
1.0	0.2034	0.2089	0.2061
1.5	0.2751	0.2775	0.2763
2.0	0.3920	0.3951	0.3935
2.5	0.4335	0.4502	0.4418
3.0	0.5057	0.5084	0.5070



Gambar 2. Kurva Kalibrasi Larutan Standar BSA

c. Data Absorbansi Enzim Papain

Tabel 3. Data Absorbansi Enzim Papain dengan Larutan Pengaktif Pada $\lambda = 750$ nm

Perulangan	Massa Enzim (Gram)	Absorbansi (A)
I	2.0004	0,5216
II	2.0007	0,5510
Rata-Rata	2.0005	0,5363

Tabel 4. Data Absorbansi Enzim Papain tanpa Larutan Pengaktif Pada $\lambda = 750$ nm

Perulangan	Volume Enzim (mL)	Absorbansi (A)
I	2	0.4815
II	2	0.5062
Rata-Rata	2	0.4938

Tabel 5. Data Absorbansi pada Variasi pH dengan $\lambda = 750$ nm (Enzim dengan larutan Pengaktif)

Sampel (gr)		Blanko (gr)	pH	Absorbansi		
I	II			I	II	Rata-Rata
1.0056	1.0005	1.0034	5.0	0.5113	0.4897	0.5005
1.0144	1.0190	1.0186	5.5	0.6764	0.6831	0.6798
1.0053	0.9997	0.9948	6.0	0.5314	0.5546	0.5430
1.0115	1.0091	1.0048	6.5	0.5071	0.5035	0.5053
1.0030	1.0121	1.0053	7.0	0.4312	0.448	0.4396

Tabel 6. Data Absorbansi pada Variasi pH dengan $\lambda = 750$ nm (Enzim tanpa larutan Pengaktif)

Sampel (gr)		Blanko (gr)	pH	Absorbansi		
I	II			I	II	Rata-Rata
1.0123	1.0180	1.0153	5.0	0.4142	0.4272	0.4207
0.9915	1.0014	1.0063	5.5	0.5775	0.5548	0.5662
1.0054	1.0112	1.0184	6.0	0.4577	0.489	0.4734
1.0085	1.0045	1.0033	6.5	0.4816	0.4604	0.4710
0.9968	0.9944	0.9952	7.0	0.4463	0.4321	0.4392

Tabel 7. Data Absorbansi pada Variasi Suhu dengan $\lambda = 750$ nm (Enzim dengan larutan Pengaktif)

Sampel (gr)		Blanko (gr)	Ph	Suhu ($^{\circ}$ C)	Absorbansi		
I	II				I	II	Rata-Rata
1,0053	1,0112	1,0106	5.5	50	0.7024	0.6988	0.7006
0,9985	1,0057	1,0021		55	0.6239	0.6467	0.6353
1,0173	0,9974	1,0158		60	0.5918	0.6032	0.5975

Tabel 8. Data Absorbansi pada Variasi Suhu dengan $\lambda = 750$ nm (Enzim tanpa larutan Pengaktif)

Sampel (gr)		Blanko (gr)	pH	Suhu ($^{\circ}$ C)	Absorbansi		
I	II				I	II	Rata-Rata
1,0142	1,0092	1,0132	5.5	50	0.5843	0.5911	0.5877
1,0138	0,9932	1,0105		55	0.5482	0.5591	0.5537
1,0096	0,9894	1,0119		60	0.5046	0.5139	0.5093

Tabel 9. Data Absorbansi pada Variasi Konsentrasi Enzim dengan $\lambda = 750$ nm (Enzim dengan Larutan Pengaktif)

Sampel (gr)		Blanko (gr)	pH	Suhu ($^{\circ}$ C)	Konsentrasi Enzim (gr)	Absorbansi		
I	II					I	II	Rata-Rata
1.0260	0.9874	1.0079	5.5	50	0.5	0.6832	0.6983	0.6908
1.0012	1.0137	1.0084			0.25	0.3826	0.3712	0.3769
1.0087	0.9838	0.9973			0.1	0.1821	0.1773	0.1797
0.9958	1.0172	1.0035			0.075	0.1509	0.1493	0.1501
1.0192	1.0037	1.0318			0.05	0.1241	0.1207	0.1224
0.9892	1.0291	1.0095			0.025	0.0787	0.0774	0.0781

Tabel 10. Data Absorbansi pada Variasi Konsentrasi Enzim dengan $\lambda = 750$ nm (Enzim tanpa Larutan Pengaktif)

Sampel (gr)		Blanko (gr)	pH	Suhu ($^{\circ}$ C)	Konsentrasi Enzim (gr)	Absorbansi		
I	II					I	II	Rata-Rata
1.0260	0.9874	1.0079	5.5	50	0.5	0.5801	0.5823	0.5812
1.0062	1.0021	1.0042			0.25	0.3221	0.3198	0.3210
0.9794	1.0267	0.9972			0.1	0.1571	0.1551	0.1561
0.9930	1.0046	1.0089			0.075	0.1325	0.1338	0.1332
1.0281	1.0039	1.0251			0.05	0.0951	0.0945	0.0948
1.0192	0.9971	1.0028			0.025	0.0684	0.0692	0.0688

Tabel 11. Data Absorbansi pada Variasi Konsentrasi Substrat dengan $\lambda = 750$ nm (Enzim dengan Larutan Pengaktif)

Sampel (gr)		Blanko (gr)	pH	Suhu ($^{\circ}$ C)	Konsentrasi Enzim (gr)	Absorbansi		
I	II					I	II	Rata-Rata
0,5019	0,5028	0,4993	5.5	50	0,05	0.5074	0.5218	0.5146
0,7502	0,7549	0,7583				0.6284	0.6530	0.6407
1,0103	0,9892	1,0019				0.7825	0.7846	0.7836
1,2578	1,2525	1,2545				0.5795	0.5639	0.5717
1,5012	1,5183	1,5037				0.4520	0.4417	0.4469

Tabel 12. Data Absorbansi pada Variasi Konsentrasi Substrat dengan $\lambda = 750$ nm (Enzim tanpa Larutan Pengaktif)

Sampel (gr)		Blanko (gr)	pH	Suhu ($^{\circ}$ C)	Konsentrasi Enzim (gr)	Absorbansi		
I	II					I	II	Rata-Rata
0.5192	0.4928	0.5021	5.5	50	0,075	0.4928	0.5027	0.4978
0.7612	0.7428	0.7591				0.5291	0.5124	0.5208
1.0037	0.9874	1.0032				0.6094	0.5995	0.6045
1.2539	1.2482	1.2492				0.4839	0.4932	0.4886
1.5089	1.4920	1.5023				0.4052	0.3928	0.3990

d. Contoh perhitungan dalam menentukan aktivitas spesifik dengan menggunakan persamaan regresi linear dari kurva kalibrasi larutan standar BSA.

Persamaan Regresi linear dari standar BSA adalah;

$$Y=0,0789x + 0,048$$

Maka kadar protein enzim dengan absorbansi 0,5363 adalah;

$$Y = 0,0789x + 0,048$$

$$0,5363 = 0,0789x + 0,048$$

$$X=0,4883/0,0789$$

$$X=6,1888 \text{ ppm}$$

Dengan pengenceran 5 kali, maka konsentrasi yang diperoleh dikali dengan 5 sehingga konsentrasi enzim papain (x) menjadi 30,9440 ppm atau 30,9440 $\mu\text{g/mL}$.

Selanjutnya perhitungan aktivitas spesifik enzim papain antara lain;

1. Pada Variasi pH.

Jumlah enzim yang digunakan pada variasi pH yaitu sebanyak 0,5 gram = 0,5 mL, dihitung dengan cara;

Jumlah protein enzim = volume enzim x konsentrasi getah

$$= 0,5 \text{ ml} \times 30,9440 \cdot 10^{-3} \text{ mg/mL}$$

$$= 15,4720 \cdot 10^{-3} \text{ mg}$$

Konsentrasi protein substrat pada variasi pH dengan A= 0,5113 adalah;

$$Y= 0,0789x + 0,048$$

$$0,5113 = 0,0789x + 0,048$$

$$X= 5.8720 \text{ ppm}$$

$$X= 5.8720 \mu\text{g/mL}.$$

Untuk volume total yang diperoleh, maka konsentrasi protein substrat menjadi;

$$X= \text{volume total/volume yang terpakai} \times 5.8720 \mu\text{g/mL}.$$

$$X= 5/2 \times 5.8720 \cdot 10^{-3} \text{ mg/mL}.$$

$$X= 14.6800 \cdot 10^{-3} \text{ mg/mL}$$

Aktivitas unit = konsentrasi substrat/ waktu inkubasi

$$= 14.6800 \cdot 10^{-3} \text{ mg/mL} / 30 \text{ menit}$$

$$= 0,4893 \cdot 10^{-3} \text{ unit}$$

Aktivitas spesifik = aktivitas unit / mg protein enzim

$$= 0,4893 \cdot 10^{-3} \text{ unit} / 15,4720 \cdot 10^{-3} \text{ mg}$$

$$= 0,031627 \text{ unit} / \text{mg}$$

$$= 31.6270 \times 10^{-3} \text{ unit} / \text{mg}$$

Dengan cara yang sama dapat dihitung aktivitas spesifik enzim pada setiap variasi.

e. Hasil Pembacaan Uji Tekstur Dengan Alat Teksturometer

Tabel 13. Hasil pembacaan uji tekstur (kelunakkan daging) dengan alat teksturometer pada variasi pH

- Sebelum penambahan enzim

Sampel I (mm ³)			Sampel II (mm ³)		
X	Y	Z	X	Y	Z
5.0	6.0	5.7	5.6	6.7	6.1

- Sesudah penambahan enzim (dengan larutan pengaktif)

pH	Sampel I (mm ³)			Sampel II (mm ³)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
5,0	6.7	7.4	7.2	6.5	7.3	7.5
5,5	8.4	9.0	8.9	8.5	9.2	9.1
6,0	8.0	8.6	8.2	8.1	8.3	7.8
6,5	7.7	8.3	8.0	7.5	7.9	8.1
7,0	8.0	7.4	7.0	7.5	7.1	6.8

- Sesudah penambahan enzim (tanpa larutan pengaktif)

pH	Sampel I (mm ³)			Sampel II (mm ³)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
5,0	6.1	7.4	7.9	6.5	7.2	7.7
5,5	7.8	8.5	8.9	8.0	8.7	9.3
6,0	7.1	8.0	8.6	7.5	7.9	8.3
6,5	7.0	8.1	7.9	6.8	7.9	7.0
7,0	6.9	8.1	8.5	6.7	7.8	8.1

Tabel 14. Hasil pembacaan uji tekstur (kelunakkan daging) dengan alat teksturometer pada variasi Suhu

- Sebelum penambahan enzim

Sampel I (mm ³)			Sampel II (mm ³)		
X	Y	Z	X	Y	Z
5.8	6.2	6.0	6.0	6.2	6.5

- Sesudah penambahan enzim (dengan larutan pengaktif)

Suhu (°C)	Sampel I (mm ³)			Sampel II (mm ³)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
50	10.2	10.9	10.7	10.0	10.7	11.3
55	8.5	8.5	8.8	8.8	9.1	9.2
60	7.9	8.4	8.1	8.0	8.4	8.6

- Sesudah penambahan enzim (tanpa larutan pengaktif)

Suhu (°C)	Sampel I (mm ³)			Sampel II (mm ³)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
50	8.4	9.3	8.9	8.7	9.0	9.5
55	7.7	7.9	7.8	8.0	8.0	8.3
60	6.9	7.5	7.1	7.0	7.3	7.5

Tabel 15. Hasil pembacaan uji tekstur (kelunakkan daging) dengan alat teksturometer pada variasi konsentrasi enzim papain

- Sebelum penambahan enzim

Sampel I (mm ³)			Sampel II (mm ³)		
X	Y	Z	X	Y	Z
6.4	6.1	6.0	5.9	6.3	6.1

- Sesudah penambahan enzim (dengan larutan pengaktif)

Konsentrasi Enzim (g)	Sampel I (mm ³)			Sampel II (mm ³)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
0,5	11.0	11.0	10.6	10.2	10.9	10.5
0,25	10.8	10.5	10.3	10.3	10.8	10.6
0,1	11.7	11.5	11.5	11.3	11.7	11.6
0,075	12.0	11.8	11.8	11.6	12.1	11.8
0,05	13.5	13.1	12.7	12.7	13.0	12.8
0,025	11.6	10.8	11.5	10.8	11.5	11.4

- Sesudah penambahan enzim (tanpa larutan pengaktif)

Konsentrasi Enzim (g)	Sampel I (mm ³)			Sampel II (mm ³)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
0,5	9.4	9.0	8.8	8.5	9.2	10.0
0,25	9.6	9.2	9	9	9.4	9.2
0,1	9.9	9.7	9.5	9.2	9.8	10.5
0,075	11.3	10.9	10.9	10.6	11.8	11.5
0,05	9.2	9	9.4	9.5	10.2	9.9
0,025	8.5	8.2	7.8	8.5	8.3	8

Tabel 16. Hasil pembacaan uji tekstur (kelunakkan daging) dengan alat teksturometer pada variasi konsentrasi substrat

- Sebelum penambahan enzim

Sampel I (mm ³)			Sampel II (mm ³)		
X	Y	Z	X	Y	Z
6.3	6.2	6.5	6.3	6.0	6.5

- Sesudah penambahan enzim (dengan larutan pengaktif)

Konsentrasi Substrat		Sampel I (mm ³)			Sampel II (mm ³)		
I	II	X	Y	Z	X	Y	Z
0,4983	0,5127	11.0	11.3	12.5	11.6	11.5	11.8
0,7559	0,7508	10.8	10.2	11.7	10.5	10.2	10.2
1,0062	0,9986	13.2	13.1	13.4	13.3	12.9	14.0
1,2524	1,2603	11.5	11.1	11.0	10.1	10.8	11.4
1,4930	1,5041	8.8	8.6	9.7	9.3	9.1	9.6

- Sesudah penambahan enzim (tanpa larutan pengaktif)

Konsentrasi Substrat		Sampel I (mm ³)			Sampel II (mm ³)		
I	II	X	Y	Z	X	Y	Z
0,4983	0,5127	9.8	9.5	10.2	9.4	8.9	10.2
0,7559	0,7508	10.4	10	10.6	10.3	9.6	11
1,0062	0,9986	11.2	11.8	11.9	11.6	12	12.8
1,2524	1,2603	10.1	9.8	10.3	10	9.6	10.5
1,4930	1,5041	9	8.9	10.1	9.7	8.6	10.3

f. Contoh perhitungan dalam menentukan aktivitas spesifik dengan menggunakan persamaan regresi linear dari kurva kalibrasi larutan standar BSA.

Persamaan Regresi linear dari standar BSA adalah;

$$Y = 0,0789x + 0,048$$

Maka kadar protein enzim dengan absorbansi 0,5363 adalah;

$$Y = 0,0789x + 0,048$$

$$0,5363 = 0,0789x + 0,048$$

$$X = 0,4883 / 0,0789$$

$$X = 6,1888 \text{ ppm}$$

Dengan pengenceran 5 kali, maka konsentrasi yang diperoleh dikali dengan 5 sehingga konsentrasi enzim papain (x) menjadi 30,9440 ppm atau 30,9440 $\mu\text{g/mL}$.

Selanjutnya perhitungan aktivitas spesifik enzim bromelain antara lain;

2. Pada Variasi pH.

Jumlah enzim yang digunakan pada variasi pH yaitu sebanyak 0,5 gram = 0,5 mL, dihitung dengan cara;

Jumlah protein enzim = volume enzim x konsentrasi getah

$$= 0,5 \text{ ml} \times 30,9440 \cdot 10^{-3} \text{ mg/mL}$$

$$= 15,4720 \cdot 10^{-3} \text{ mg}$$

Konsentrasi protein substrat pada variasi pH dengan A= 0,5113 adalah;

$$Y = 0,0789x + 0,048$$

$$0,5113 = 0,0789x + 0,048$$

$$X = 5,8270 \text{ ppm}$$

$$X = 5,8270 \mu\text{g/mL}$$

Untuk volume total yang diperoleh, maka konsentrasi protein substrat menjadi;

$$X = \text{volume total/volume yang terpakai} \times 5,8270 \mu\text{g/mL}$$

$$X = 5/2 \times 5,8270 \cdot 10^{-3} \text{ mg/mL}$$

$$X = 14,6800 \cdot 10^{-3} \text{ mg/mL}$$

$$\text{Aktivitas unit} = \text{konsentrasi substrat/ waktu inkubasi}$$

$$= 14,6800 \cdot 10^{-3} \text{ mg/mL} / 30 \text{ menit}$$

$$= 0,4893 \cdot 10^{-3} \text{ unit}$$

$$\text{Aktivitas spesifik} = \text{aktivitas unit / mg protein enzim}$$

$$= 0,4893 \cdot 10^{-3} \text{ unit} / 15,4720 \cdot 10^{-3} \text{ mg}$$

$$= 0,031627 \text{ unit / mg}$$

$$= 31,6270 \times 10^{-3} \text{ unit / mg}$$

Dengan cara yang sama dapat dihitung aktivitas spesifik enzim pada setiap variasi.

g. Uji tekstur (kelunakan daging) dengan alat teksturometer menggunakan rumus;

$$\text{Tekstur (T)} = \frac{\text{Beban (g)}}{\text{Hasil Pembacaan Alat (mm}^2\text{)}}$$

Atau;

$$T = \frac{\text{Beban (g)}}{\frac{L_1 + L_2}{2}}$$

Contoh perhitungan untuk menentukan tekstur adalah sebagai berikut :

Beban alat = 250 gram

Hasil pembacaan alat ;

$$\text{sampel 1} = L_1 = \frac{X_1 + Y_1 + Z_1}{3} = \frac{6.7 + 7.4 + 8.4}{3} (\text{mm}^3) = 5.57 \text{ mm}^3$$

$$\text{sampel 2} = L_2 = \frac{X_2 + Y_2 + Z_2}{3} = \frac{6.5 + 7.3 + 7.5}{3} (\text{mm}^3) = 6.1 \text{ mm}^3$$

Maka,

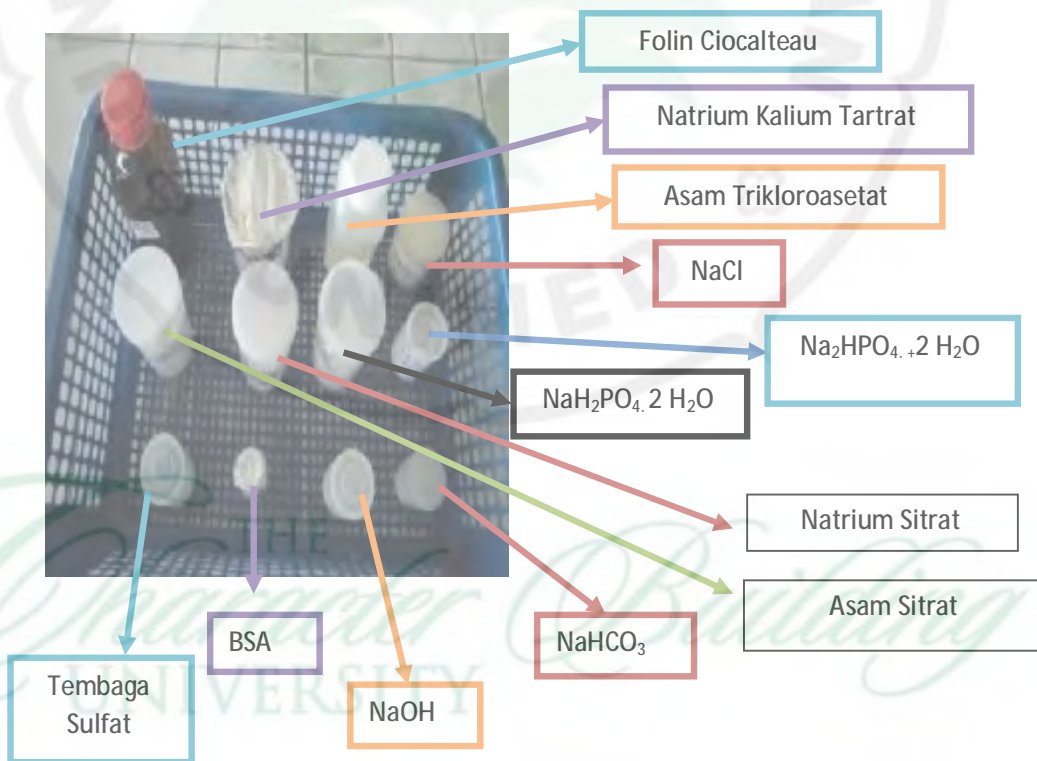
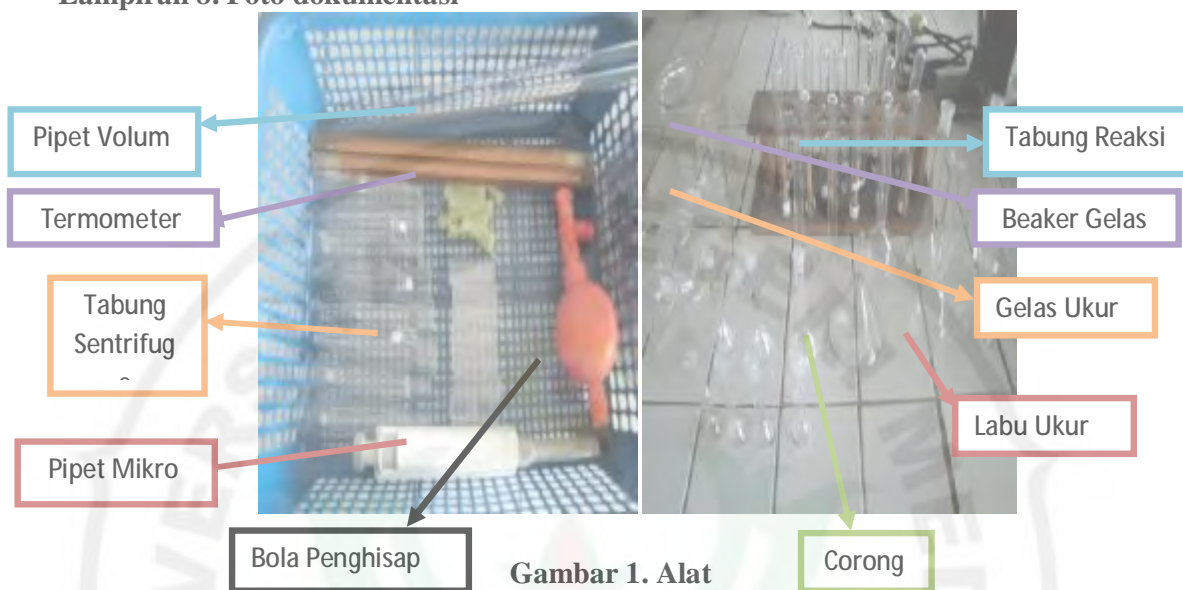
$$T_1 = \frac{100\text{g}}{5.57\text{mm}^3} \quad T_2 = \frac{100\text{g}}{6.1\text{mm}^3} \quad T_1 = 17.9641 \text{ g/mm}^3$$

$$T_1 = 16.3043 \text{ g/mm}^3$$

Maka dari hasil perhitungan diperoleh hasil tekstur (kelunakan daging) sebesar 17,9641 g/mm³ dan 16,3034 g/mm³. Hasil ini memberikan data bahwa semakin besar pembacaan alat teksturometer, maka tekstur daging yang diukur semakin kecil, yang berarti tingkat kelunakan daging semakin besar.

Dengan cara yang sama dapat dihitung tekstur (kelunakan daging) pada berbagai variasi perlakuan.

Lampiran 8. Foto dokumentasi





Gambar 3. Sampel daging sapi yang langsung diambil di Jl, K.L Yos Sudarso, Pulo Brayan



Gambar 4. Survey lokasi pengambilan getah papaya milik Bapak Budiman yang berada di saentis



Gambar 5. Pembuatan enzim papain



Gambar 6.. Penentuan pH Optimum



Gambar 7. Penentuan Suhu Optimum



Gambar 8. Penentuan Konsentrasi Enzim Optimum



Gambar 9. Penentuan Konsentrasi Substrat Optimum



Gambar 10. Penentuan aktivitas enzim papain