

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ulat Sagu

2.1.1 Tinjauan Umum Ulat Sagu

Kumbang Sagu adalah jenis kumbang yang tersebar luas dari India sampai Sauwa, mengikuti penyebaran inangnya. Tubuh berwarna coklat kemerahan atau hitam, sebesar kenari. Moncong panjang meruncing kemuka dan kebelakang. Larva sebesar ibu jari tangan kadang-kadang lebih besar. Kepala kecil berwarna coklat kehitaman, kulit berkerut. Larva dan kumbang dewasa makan emplur batang sagu yang sudah membusuk. Kepompong panjang sebesar biji durian, berwarna putih kekuningan, terbungkus anyaman serat batang sagu Kumbang inti ditemui pula pada batang kelapa, aren, salak dan kirai. Karenanya sering dinamakan kumbang kelapa.

Dibeberapa tempat di Indonesia, larva sagu dikenal sebagai makanan yang lezat. Kumbang sagu merupakan salah satu serangga hama pada tanaman kelapa. Hama ini berada di pucuk tanaman kelapa mulai dari telur sampai dewasa. Masyarakat Maluku dan suku Kamoro dari Papua biasa mengkonsumsi ulat ini dengan cara dibakar seperti sate atau dimakan mentah (hidup-hidup).

Ulat sagu dapat diperoleh dari alam, yaitu dari limbah panen pohon masak tebang, kurang lebih 1–2 m pada bagian atas batang hingga pucuk. Panen ulat sagu secara alami dilakukan dengan mencari limbah pucuk atau batang sagu yang telah berumur 30–40 hari setelah ditebang. Untuk mengetahui dalam gelondongan (batang) sagu terdapat ulat, dilakukan dengan cara mendengar. Bila terdengar ada

suara benda bergerak berarti di dalam gelondongan tersebut terdapat ulat sagu. Ulat diambil dengan cara membelah batang dan biasanya ulat terdapat pada alur makannya. Ulat sagu memiliki berat 3,10 – 3,58 gram/ekor dengan panjang 3,18 – 3,72 cm, jumlah larva setiap batang yaitu 91 – 118 ekor (Bustaman, 2008).

Panen ulat sagu secara alami hanya dapat dilakukan satu kali pada tiap gelondongan limbah sagu. Hal ini karena pada waktu memanen ulat sagu, media tumbuh (gelondongan) batang sagu dirusak (dibelah). Waktu yang dibutuhkan untuk memanen ulat sagu dalam satu gelondongan rata-rata 1 - 2 jam, dengan hasil panen 300 – 400 gram (Bustaman, 2008).

Jumlah ulat sagu yang dihasilkan tiap gelondongan sagu, baik pucuk maupun batang, beragam. Variasi ini dipengaruhi oleh :

1. Lamanya waktu pembusukan batang (gelondongan) sagu untuk berkembangnya larva hingga dipanen.
2. Volume batang atau gelondongan yang mencerminkan kandungan karbohidrat sebagai sumber makanan larva.
3. Faktor lain seperti jumlah kumbang betina yang meletakkan telur pada gelondongan.

Stadium imago 3 – 6 bulan, telur diletakkan oleh kumbang betina pada luka-luka batang atau luka bekas gerakan *Oryctes*. Jumlah telur bisa mencapai 500 butir. Ukuran panjang 2,5 mm, lebar 1 mm. Telur menetas setelah 3 hari (Hastuty, 2016).

Periode larva 2,5 – 6 bulan (tergantung temperatur dan kelembaban). Setelah dewasa larva akan berhenti makan, kemudian akan mencari tempat terlindung yang dingin dan lembab untuk persiapan membentuk pupa (Hastuty, 2016).

Ketika akan membentuk pupa, larva memiliki panjang 3 – 4 cm dan lebar 1,5 cm. Dua minggu hidup dalam kokon dan bertukar rupa menjadi bentuk dewasa selama tiga minggu dan masih tinggal dalam kokon. Fase terakhir berwarna coklat dan bagian tubuh telah memperlihatkan tubuh kumbang dewasa (Hastuty, 2016).

2.1.2 Klasifikasi Ulat Sagu



Gambar 1. Ulut Sagu (*Rhynchophorus ferrugineus*) (Bobo.id, 2017)

Sistematika ulat sagu (*Rhynchophorus ferrugineus*) menurut Kalshoven (1981) diklasifikasikan sebagai berikut (Hastuty, 2016) :

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Coleoptera
Family	: Curculionidae
Genus	: <i>Rhynchophorus</i>
Spesies	: <i>Rhynchophorus ferrugineus</i>

2.1.3 Nilai Gizi Ulut Sagu

Menurut Purnamasari (2010), diacu dalam Istalaksana (1994), dalam keadaan basah ulat sagu mengandung air 67,35%, abu 2,45%, protein 11,47%, dan

lemak 18,25%. Kandungan lemak yang tinggi pada ulat sagu disebabkan karena lemak akan digunakan sebagai energi cadangan pada saat ulat sagu memasuki fase pupa (kepompong). Kandungan protein kasar pada ulat sagu juga cukup tinggi, rata-rata 32,54%. Kandungan protein yang tinggi tersebut dalam ulat sagu nanti akan digunakan untuk membentuk protein struktural yang diperlukan dalam pembentukan jaringan tubuh larva.

Ulat sagu juga mengandung berbagai asam amino esensial yang cukup tinggi. Berdasarkan hasil analisis kandungan asam amino menggunakan RP-HPLC dan spektrofotometer yang dilakukan oleh Purnamasari (2010), didapatkan 16 asam amino, 8 diantaranya adalah asam amino esensial yaitu isoleusin, leusin, lisin, metionin, fenilalanin, triptofan, threonin, dan valin (Tabel 2).

Tabel 2. Rata-rata konsentrasi asam amino esensial protein ulat sagu (%) dan mg/g protein.

Asam Amino Esensial	Konsentrasi	
	%	Mg/g
Isoleusin	3.05	88.53
Leusin	4.50	130.79
Lisin	3.79	110.00
Metionin	1.12	32.44
Fenilalanin	2.55	74.18
Triptofan	1.37	39.45
Threonin	2.43	70.52
Valin	3.55	103.07

(Sumber: Purnamasari, 2010).

Hal ini menunjukkan jenis dan jumlah asam amino esensial dalam protein ulat sagu dapat mencukupi kebutuhan tubuh untuk membentuk protein yang diperlukan bagi pertumbuhan dan pemeliharaan tubuh (Purnamasari, 2010).

2.2 Protein

2.2.1 Definisi Protein

Istilah protein yang dikemukakan pertama kali oleh pakar kimia belanda, G.J. mulder pada tahun 1939, yang berasal dari bahasa Yunani "*proteios*". Arti dari *proteios* yaitu yang pertama atau yang paling utama. Protein adalah suatu polipeptida yang mempunyai bobot molekul yang sangat bervariasi, dari lima ribu hingga lebih dari satu juta (Dewi, 2013). Protein merupakan makromolekul yang terbentuk dari asam amino yang tersusun dari atom nitrogen, karbon, hidrogen dan oksigen. Dalam makhluk hidup, protein berperan sebagai pembentuk struktur sel dan beberapa jenis protein memiliki peran fisiologis (Muborak, 2015).

2.2.2 Macam-macam Protein

Berdasarkan asalnya, protein dibedakan menjadi protein nabati dan hewani. Protein nabati diperoleh dari tumbuhan, misalnya tahu, tempe, kecap dan kacang-kacangan. Protein hewani diperoleh dari hewan misalnya ikan, udang, cumi-cumi dan telur (Astuti, 2016). Protein sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia, protein ulat sagu memiliki kualitas yang bagus, yang sama dengan protein hewani lainnya (Purnamasari, 2010).

Nilai gizi protein ditentukan oleh kandungan dan daya cerna asam-asam amino esensial. Daya cerna akan menentukan ketersediaan asam-asam amino tersebut secara biologis. Proses pengolahan selain dapat meningkatkan daya cerna suatu protein, dapat pula menurunkan nilai gizinya (Muchtadi, 1989). Kebutuhan protein setiap manusia adalah 1 g/kg berat badan dan seperempat dari kebutuhan

tersebut harus dipenuhi dari protein hewani, salah satunya adalah dari ikan, telur, daging, dan lain-lain.

Protein dapat dikelompokkan menjadi empat tingkat struktur, yaitu:

- a. *Struktur primer*. Struktur primer protein menggambarkan sekuens linier residu asam amino dalam suatu protein. Sekuens asam amino selalu dituliskan dari gugus terminal amino ke gugus terminal karboksil. Struktur 3 dimensi protein tersusun dari struktur sekunder, tersier, dan kuartener. Faktor yang menentukan untuk menjaga atau menstabilkan ketiga tingkat struktur tersebut adalah ikatan kovalen yang terdapat pada struktur primer.
- b. *Struktur sekunder*. Struktur sekunder dibentuk karena adanya ikatan hidrogen antara hidrogen amida dan oksigen karbonil dari rangka peptida. Struktur sekunder utama meliputi α -heliks dan β -strands (termasuk β -sheets).
- c. *Struktur tersier*. Struktur tersier menggambarkan rantai polipeptida yang mengalami folded sempurna dan kompak. Beberapa polipeptida folded terdiri dari beberapa protein globular yang berbeda yang dihubungkan oleh residu asam amino. Unit tersebut disebut *domain*. Struktur tersier distabilkan oleh interaksi antara gugus R yang terletak tidak bersebelahan pada rantai polipeptida. Pembentukan struktur tersier membuat struktur primer dan sekunder menjadi saling berdekatan.
- d. *Struktur kuartener*. Struktur kuartener melibatkan asosiasi dua atau lebih rantai polipeptida yang membentuk multi subunit atau protein oligomerik. Rantai polipeptida penyusun protein oligomerik dapat sama atau berbeda (Fatchiyah dkk, 2011).

2.2.3 Manfaat Protein

Fungsi protein dalam tubuh adalah (Suryani, 2016) yaitu :

- a. Zat pembangun, membentuk jaringan-jaringan baru dan pemeliharaan jaringan tubuh, diperlukan oleh anak sampai dewasa, masa hamil menyusui, pertumbuhan, regenerasi kulit dan sel darah merah, dan pembentukan rambut.
- b. Sebagai pengatur, enzim dan hormon, membentuk antibodi, mengatur tekanan osmotik dan pengangkutan gizi.
- c. Sebagai zat tenaga, bila energi dari konsumsi karbohidrat dan lemak tidak mencukupi tubuh, maka protein akan dibakar untuk menghasilkan energi.

2.2.4 Denaturasi Protein

Denaturasi protein merupakan suatu perubahan terhadap struktur sekunder, tersier dan kuartier dari molekul protein tanpa terjadinya pemecahan ikatan-ikatan kovalen. Denaturasi protein dapat juga diartikan sebagai suatu proses terpecahnya ikatan hidrogen, interaksi hidrofobik, dan terbukanya lipatan atau molekul protein (Triyono, 2010). Denaturasi protein mengakibatkan lapisan molekul protein bagian dalam yang bersifat hidrofobik keluar dan terbangun dengan fase cair. Hal ini menyebabkan meningkatnya daya kelarutan gugus hidrofobik dalam air sehingga ikatan hidrogen pada protein terlepas (Hetharia dkk, 2013).

Protein akan mengalami perubahan struktur kimia akibat pemanasan atau denaturasi yaitu putusnya ikatan dalam molekul (Sumiati, 2008). Pengembangan molekul protein yang terdenaturasi akan membuka gugus reaktif yang ada pada rantai polipeptida. Selanjutnya akan terjadi pengikatan kembali pada gugus reaktif yang sama atau berdekatan. Bila unit ikatan yang terbentuk cukup banyak, maka

protein akan mengalami koagulasi. Apabila ikatan-ikatan antar gugus-gugus reaktif protein tersebut menahan seluruh cairan maka akan terbentuk gel. Namun, apabila cairan terpisah dari protein yang terkoagulasi itu, maka protein akan mengendap. Pada proses denaturasi, ikatan peptida protein tidak seluruhnya dapat terputus karena struktur primer protein tetap sama setelah proses denaturasi terjadi (Triyono, 2010).

Protein dapat mengalami denaturasi pada suhu 50 – 80°C. Terjadinya proses denaturasi pada protein ini dapat disebabkan oleh banyak faktor, seperti pengaruh pemanasan, pH, garam, atau pengadukan. Masing-masing cara mempunyai pengaruh yang berbeda-beda terhadap denaturasi protein. Pemberian panas dapat memberikan pengaruh terhadap protein (Triyono, 2010). Pengaruh pemberian panas yaitu peningkatan nilai gizi karena daya cerna protein meningkat. Protein tertentu seperti enzim dapat mengalami denaturasi kembali ke bentuk asal atau renaturasi karena perubahan pH dan suhu (Tejasari, 2005).

2.3 Penggaraman Dan Pengeringan

Pengawetan dengan cara penggaraman terdiri dari dua proses, yaitu proses penggaraman dan proses pengeringan. Bahan makanan yang mengalami proses penggaraman menjadi awet karena garam dapat menghambat atau membunuh bakteri penyebab pembusukan. Hasil akhir dari pengawetan dengan proses penggaraman adalah ikan asin, yaitu ikan asin yang telah mengalami proses penggaraman dan pengeringan. Metode penggaraman dapat dikelompokkan menjadi tiga macam, yaitu penggaraman kering (*dry salting*), penggaraman basah (*wet salting*) dan *kench salting* (Evi, 1989).

Penggaraman ini menggunakan garam sebagai media pengawet, baik yang berbentuk kristal maupun larutan. Pengolahan dan pengawetan bertujuan untuk mempertahankan mutu dan kesegaran ikan dengan cara menghambat atau menghentikan penyebab pembusukan maupun penyebab kerusakan misalnya aktivitas enzim, mikroorganisme, atau oksidasi oksigen agar ikan tetap baik sampai ketangan konsumen (Retti, 2013).

Faktor-faktor penyebab kerusakan bahan pangan adalah adanya sifat penurunan mutu sangat cepat (Retti, 2013) antara lain:

a. Pertumbuhan dan aktivitas mikrobiologi

Mikroba patogen menghasilkan zat kimia yang bersifat racun. Mikroba dapat mengubah komposisi makanan dengan menghidrolisis pati dan selulosa, menguraikan lemak, protein, membentuk lendir, gas, busa, asam, serta racun. Penguraian lemak menyebabkan penguraian protein yang akibatnya menimbulkan bau busuk dalam makanan.

b. Aktivitas enzim

Enzim mempercepat reaksi-reaksi kimia dalam makanan dan menyebabkan perubahan komposisi pada makanan. Enzim berasal dari makanan itu sendiri atau dari mikroba yang mencemari makanan. Pada hewan mati, enzim bekerja tidak terkendali sehingga pada potongan daging dan ikan tekstur berubah dan muncul bau amoniak.

c. Faktor lingkungan

Temperatur, oksigen, dan cahaya mempengaruhi proses pembusukan makanan. Pemanasan yang berlebihan menyebabkan kerusakan struktur protein,

vitamin, pemecahan lemak, serta mempercepat proses enzimatik. Oksigen memicu pertumbuhan mikroba, merusak vitamin A dan C, mengubah warna, dan menyebabkan proses oksidasi lemak yang menimbulkan bau tengik. Cahaya mengkatalisis perubahan protein, memicu reaksi *browning* nonenzimatik, merusak riboflavin, vitamin A, vitamin C, dan warna makanan.

Bahan makanan yang telah mengalami proses penggaraman akan mempunyai daya simpan yang tinggi karena garam dapat berfungsi menghambat atau menghentikan sama sekali reaksi autolisis dan membunuh bakteri yang terdapat dalam tubuh ikan. Garam menyerap cairan tubuh ikan sehingga proses metabolisme bakteri terganggu karena kekurangan cairan bahkan akhirnya mematikan bakteri. Selain menyerap cairan tubuh ikan, garam juga menyerap cairan tubuh bakteri sehingga bakteri akan mengalami kekeringan dan akhirnya mati (Evi, 1989).

Secara garis besar, selama proses penggaraman berlangsung terjadi penetrasi garam ke dalam tubuh ikan dan keluarnya cairan dari tubuh ikan karena adanya perbedaan konsentrasi. Cairan ini dengan cepat akan melarutkan kristal garam atau mengencerkan larutan garam. Bersamaan dengan keluarnya cairan dari dalam tubuh ikan, partikel garam akan memasuki tubuh ikan. Lama kelamaan kecepatan proses pertukaran garam dengan cairan tersebut semakin lambat dengan menurunnya konsentrasi garam diluar tubuh ikan dan meningkatnya konsentrasi garam didalam tubuh ikan, bahkan akhirnya pertukaran garam dan cairan tersebut berhenti sama sekali setelah terjadi keseimbangan antara konsentrasi garam didalam tubuh ikan dengan konsentrasi garam diluar tubuh ikan. Pada saat itulah

terjadi pengentalan cairan tubuh yang masih tersisa dan penggumpalan protein (denaturasi) serta pengerutan sel-sel tubuh ikan sehingga sifat dagingnya berubah (Eddy,1989).

Pengeringan mempunyai pengertian yaitu aplikasi pemanasan melalui kondisi yang teratur, sehingga dapat menghilangkan sebagian besar air dalam suatu bahan dengan cara diuapkan. Penghilangan air dalam suatu bahan dengan cara pengeringan mempunyai satuan operasi yang berbeda dengan dehidrasi. Dehidrasi akan menurunkan aktivitas air yang terkandung dalam bahan dengan cara mengeluarkan atau menghilangkan air dalam jumlah lebih banyak, sehingga umur simpan bahan pangan menjadi lebih panjang atau lebih lama (Muarif, 2013).

Udara yang terdapat dalam proses pengeringan mempunyai fungsi sebagai pemberi panas pada bahan, sehingga menyebabkan terjadinya penguapan air. Fungsi lain dari udara adalah untuk mengangkut uap air yang dikeluarkan oleh bahan yang dikeringkan. Kecepatan pengeringan akan naik apabila kecepatan udara ditingkatkan. Kadar air akhir apabila mulai mencapai kesetimbangannya, maka akan membuat waktu pengeringan juga ikut naik atau dengan kata lain lebih cepat (Muarif, 2013).

Prinsip pengeringan biasanya akan melibatkan dua kejadian, yaitu panas harus diberikan pada bahan yang akan dikeringkan, dan air harus dikeluarkan dari dalam bahan. Dua fenomena ini menyangkut perpindahan panas ke dalam dan perpindahan massa keluar (Muarif, 2013).

2.4 SDS-PAGE

Sodium Dodecyl Sulphate Polyacrylamide Gel Electroforesis (SDS-PAGE) adalah teknik untuk memisahkan rantai polipeptida pada protein berdasarkan kemampuannya untuk bergerak dalam arus listrik, yang merupakan fungsi dari panjang rantai polipeptida atau berat molekulnya. Hal ini dicapai dengan menambahkan deterjen SDS dan pemanasan untuk merusak struktur tiga dimensi pada protein dengan terpecahnya ikatan disulfide yang selanjutnya direduksi menjadi gugus sulfidhidril. SDS akan membentuk kompleks dengan protein dan kompleks ini bermuatan negatif karena gugus-gugus anionik dari SDS (Dunn, 2014).

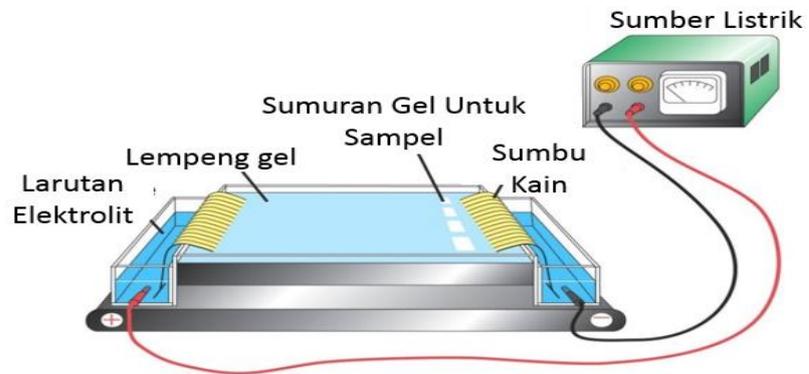
Elektroforesis adalah suatu cara untuk memisahkan fraksi-fraksi suatu campuran berdasarkan atas pergerakan partikel koloid yang bermuatan dibawah pengaruh medan listrik. Cara elektroforesis telah digunakan untuk analisa virus, asam nukleat, enzim dan protein lain, serta molekul-molekul organik dengan berat molekul rendah seperti asam amino (Westermier, 2005). Elektroforeis pada umumnya digunakan untuk menentukan berat molekul (BM), mendeteksi kemurnian dan kerusakan protein atau asam nukleat, menetapkan titik isolistrik, serta memisahkan spesies-spesies yang berbeda secara kualitatif dan kuantitatif (Bintang, 2010).

Dalam larutan, protein enzim akan bermuatan yang tergantung pada pH larutan dan titik isolistrik (PI) enzim. Pada titik isolistriknya, protein tidak akan bergerak di bawah pengaruh medan listrik. Pada keadaan pH di bawah PI, protein bergerak sebagai kation dimana kecepatannya naik bersamaan dengan turunnya pH, kation ini akan bergerak kearah elektroda negatif. Pada keadaan pH di atas PI

protein akan bergerak sebagai anion dan kecepatannya akan naik bersamaan dengan meningkatnya pH, anion ini akan bergerak ke arah elektroda positif (Bintang, 2010).

SDS (*Sodium Dodecyl Sulfat*) adalah deterjen anionik yang dapat melapisi protein, sebagian besar sebanding dengan berat molekulnya, dan memberikan muatan listrik negatif pada semua protein dalam sampel. Protein glikosilasi mungkin tidak bermigrasi, karena diharapkan migrasi protein lebih didasarkan pada massa molekul dan berat rantai polipeptidanya, bukan gula yang melekat. SDS berfungsi untuk mendenaturasi protein karena SDS bersifat deterjen yang mengakibatkan ikatan dalam protein terputus membentuk protein yang dapat terelusi dalam gel begitu juga mercap toetanol. SDS dapat mengganggu konfirmasi spesifik protein dengan cara melarutkan molekul hidrofobik yang ada di dalam struktur tersier polipeptida. SDS mengubah semua molekul protein kembali kestruktur primernya (struktur linier) dengan cara merenggangkan gugus utama polipeptida. Selain itu, SDS juga menyelubungi setiap molekul protein dengan muatan negatif (Saputra, 2014).

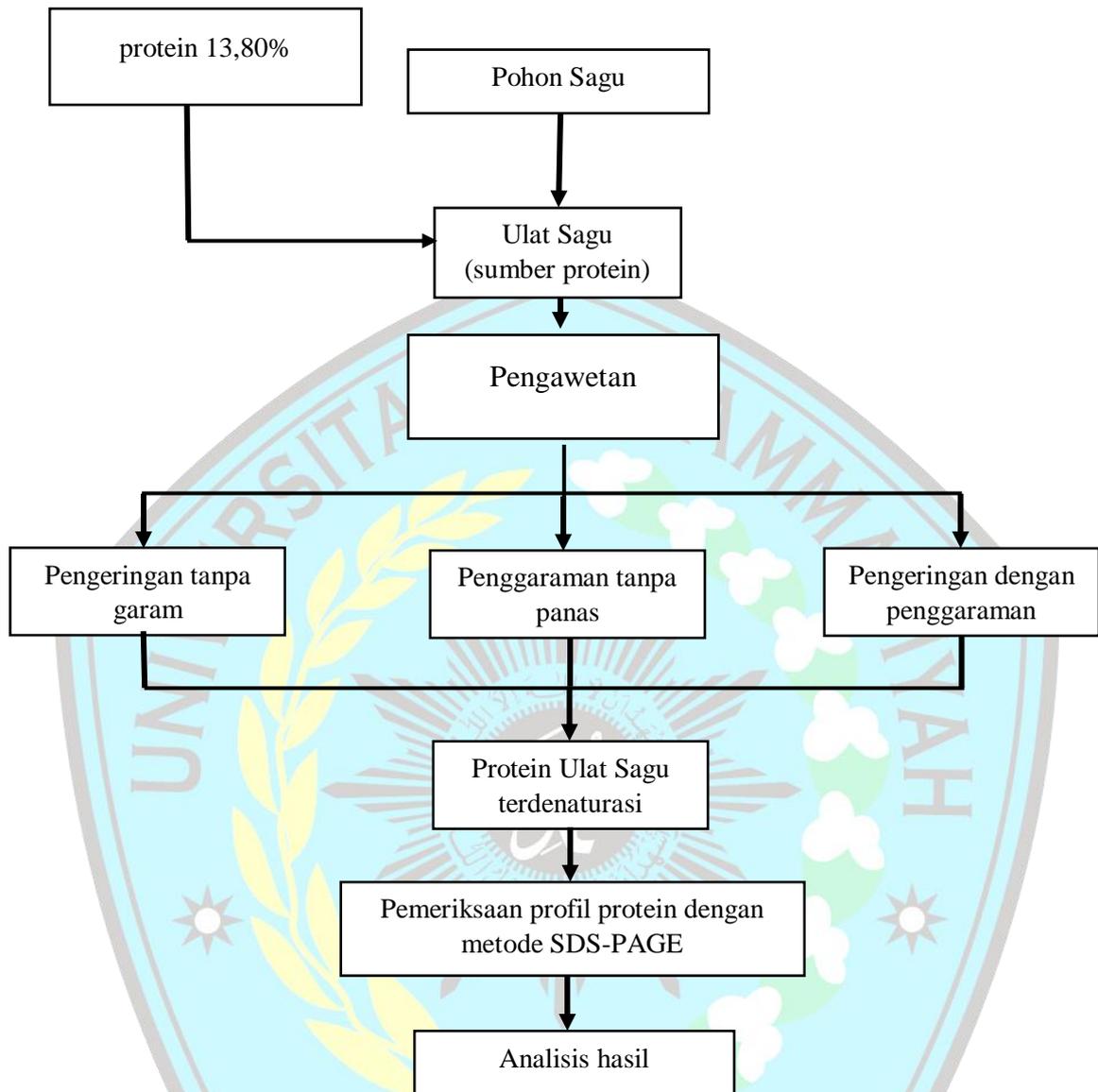
Salah satu jenis elektroforesis yang digunakan secara luas pada saat ini adalah elektroforesis SDS gel poliakrilamida (SDS-PAGE). SDS-PAGE dinilai lebih menguntungkan dibandingkan dengan elektroforesis kertas dan elektroforesis pati. Hal ini disebabkan karena besarnya pori medium penyangga, serta perbandingan konsentrasi akrilamida dan bis-metilen akrilamida. Selain itu, gel ini tidak menimbulkan konveksi dan bersifat transparan (Bintang, 2010).



Gambar 2. Elektroforesis SDS PAGE (Bintang, 2010)

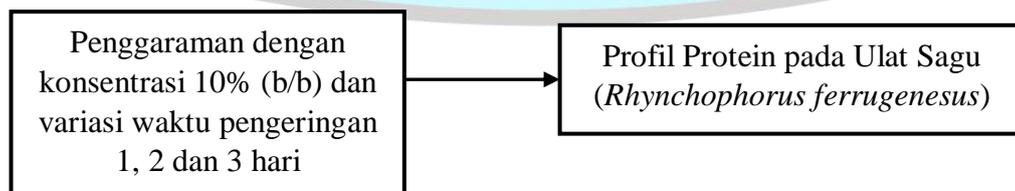


2.5 Kerangka Teori



Gambar 3. Kerangka Teori

2.6 Kerangka Konsep



Gambar 4. Skema Kerangka Konsep

