

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kerbau

2.1.1 Deskripsi

Kerbau merupakan salah satu jenis ternak penting dan multiguna. Kegunaan kerbau sangat beragam, mulai dari membajak sawah, alat transportasi, sumber daging, sampai bahan kulit dan tanduk yang digunakan sebagai bahan industri, serta kotorannya yang dijadikan bahan baku biogas, briket dan pupuk organik. Pengembangan peternakan kerbau diarahkan untuk menunjang kecukupan daging sekaligus menghasilkan susu. Produk daging dan susu kerbau sangat berguna sebagai sumber nutrisi bagi kecukupan gizi penduduk (Rukmana, 2017).

Kerbau di Indonesia pada umumnya menunjukkan variasi yang berbeda, baik dalam ukuran, konformasi tubuh, ciri tanduk maupun kulit dan bulu. Kerbau di Indonesia dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu kerbau sungai dan kerbau lumpur. Kerbau berkembang diseluruh Indonesia dengan nama sesuai daerah ataupun berdasarkan ciri khas yang dimilikinya seperti kerbau belang khas toraja (Rukmana, 2017).



Sumber: ditjennak.pertanian.go.id

Gambar 1. Kerbau belang khas Toraja

Kandungan nutrisi (gizi) dalam tiap 100 gram daging kerbau cukup tinggi dengan komposisi lengkap sebagai berikut:

Tabel 2. Kandungan gizi per 100 gram daging kerbau

| Komposisi Gizi | Jumlah |
|-----------------|--------|
| Kalori (kal.) | 84,00 |
| Protein (g) | 18,70 |
| Lemak (g) | 0,50 |
| Air (g) | 84,00 |
| Kalsium (mg) | 7,00 |
| Fosfor (mg) | 151,00 |
| Zat Besi (mg) | 2,00 |
| vitamin B1 (mg) | 0,02 |

Sumber : Direktorat Gizi, Kemenkes R.I

2.1.2 Klasifikasi

Klasifikasi kerbau dalam sistematika toksonomi dunia hewan sebagai berikut :

Kingdom : Animalia
 Divisi : Chordata
 Class : Mammalia
 Ordo : Artiodactyla
 Family : Bovidae
 Sub Family : Bovinae
 Genus : Bubalus
 Species : *Bubalus bubalis*

Sumber: repository.ipb.ac.id

2.1.3 Daging Kerbau

Daging kerbau merupakan salah satu komoditi bahan pangan yang memiliki nilai gizi berupa zat gizi protein yang mengandung susunan asam amino yang lengkap. Daging kerbau pada umumnya alot karena disembelih pada umur tua, serabut otot kasar dan lemaknya putih, rasanya hampir sama dengan daging sapi namun berbau lebih keras (prengus) (Warsito dkk, 2015).



Gambar 2. Daging Kerbau

Daging kerbau memiliki warna lebih gelap dibandingkan dengan daging sapi dan lemak kerbau berwarna lebih putih. Hal ini disebabkan lebih banyaknya pigmentasi pada daging kerbau atau lemak intramuskulernya yang lebih sedikit. Kadar lemak daging kerbau lebih rendah sehingga dapat memenuhi keinginan konsumen dewasa ini. Selain itu, daging kerbau juga lebih banyak mengandung jaringan ikat dan berwarna lebih gelap sehingga cenderung mengurangi kualitasnya dibandingkan dengan daging sapi (Lawrie, 2003). Ketebalan lemak subkutan kerbau lebih tipis dibandingkan dengan sapi. Karkas kerbau adalah tubuh kerbau yang telah disembelih, utuh atau dibelah membujur sepanjang tulang belakangnya, setelah dikuliti, isi perut dikeluarkan, tanpa kepala, kaki bagian

bawah dan alat kelamin kerbau jantan atau betina dipisahkan dengan atau tanpa ekor. Walaupun kulit dan kepalanya lebih berat, persentase karkas (*dressing percentage*) kerbau hampir sama dengan sapi yaitu mencapai sekitar 53% dari berat karkas.

2.1.4 Faktor-Faktor Penyebab kerusakan Daging

Faktor-faktor penyebab kerusakan bahan pangan yang mempunyai sifat penurunan mutu sangat cepat (Retti dkk, 2013).

a. Pertumbuhan dan aktivitas mikrobiologi

Mikroba patogen menghasilkan zat kimia yang bersifat racun. Mikroba mengubah komposisi makanan dengan menghidrolisis pati dan selulosa, menguraikan lemak, menguraikan protein, membentuk lendir, gas, busa, asam, serta racun. Penguraian lemak menyebabkan ketengikan penguraian protein menimbulkan bau busuk dalam makanan (Retti dkk, 2013).

b. Aktivitas enzim

Enzim mempercepat reaksi-reaksi kimia dalam makanan dan menyebabkan perubahan komposisi pada makanan. Enzim dapat berasal dari makanan itu sendiri atau dari mikroba yang mencemari makanan. Pada hewan mati, enzim bekerja tidak terkendali sehingga pada potongan daging tekstur berubah dan muncul bau amoniak (Retti dkk, 2013).

c. Faktor lingkungan

Temperatur, oksigen dan cahaya mempengaruhi proses pembusukan makanan. Pemanasan yang berlebih menyebabkan struktur protein, kerusakan 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 mengkatalis perubahan protein, memicu reaksi *browning* nonenzimatik, merusak riboflavin, vitamin A, vitamin C dan pewarna makanan (Retti dkk, 2013).

2.1.5 Perubahan Fisiologis Daging

Perubahan fisiologis pada daging antara lain:

1. Fase Pre Rigor

Hewan setelah disembelih dan mati maka aliran darah akan terhenti. Hal ini akan menyebabkan terjadinya perubahan jaringan otot. Fase setelah mati disebut pasca mortem. Fase pre rigor adalah suatu fase yang terjadi setelah hewan mengalami kematian. Pada fase ini otot berada dalam keadaan relaksasi yaitu belum terjadi persilangan antara filamen aktin dan myosin sehingga jaringan otot masih halus dan empuk. Pada fase ini kimiawi dan pertumbuhan mikrobia berlangsung lambat sekali (Warsito dkk, 2015).

2. Fase Rigor

Daging mengalami fase rigor mortis dimana karkas menjadi kaku atau tegang. Kekejangan atau kehilangan kelenturan ini merupakan akibat dari serentatan kejadian biokimia yang kompleks hilangnya creatin fosfat (CP) dan adenosin triphospat (ATP), tidak berfungsinya sistem enzim cytochrome dan reaksi kompleks lainnya. Salah satu akhir proses biokimia ini adalah aktin dan myosin yang membentuk serabut tipis dan tebal dari sarkomer, bersatu membentuk aktomiosin. Proses ini bersifat dapat balik (*reversible*)

pada otot yang masih hidup akan tetapi bersifat tidak balik otot yang sedang atau sudah mati (Warsito dkk, 2015).

3. Fase Pasca Rigor

Pada fase ini hasil-hasil glikolisis menumpuk sehingga terjadi penumpukan asam laktat sehingga pH jaringan otot rendah, penimbunan produk- produk pemecahan ATP, pembentukan prekursor flavor dan aroma, peningkatan daya ikat air dan pengempukan kembali jaringan otot tanpa pemisahan aktin dan myosin (Warsito dkk, 2015).

2.2 Pengawetan

Pengawetan pada makanan menurut Viksna (2008), menyatakan bahwa pengasapan, penggaraman dan pengeringan merupakan metode-metode pengawetan bahan pangan yang telah dikenal sejak ribuan tahun yang lalu.

2.2.1 Penggaraman

Penggaraman adalah suatu rangkaian kegiatan yang bertujuan untuk mengawetkan produk hasil daging dengan menggunakan garam. Garam yang digunakan adalah jenis garam dapur (NaCl), baik berupa larutan maupun kristal. Upaya mempertahankan karakteristik daging yang tetap tinggi setelah pemotongan perlu dilakukan, karena terkait erat dengan tingkat kesukaan konsumen dan nilai ekonomis daging dan produk olahannya. Salah satu metoda yang dapat dilakukan yaitu dengan penambahan garam (NaCl) (Hatta dkk, 2006).

Metode penggaraman dapat diklasifikasikan menjadi 3 macam yaitu:

1. Penggaraman kering (*dry salting*)

Metode penggaraman kering menggunakan kristal garam yang dicampurkan dengan daging. Jumlah garam yang digunakan umumnya 10-35% dari berat daging.

2. Penggaraman basah (*wet salting*)

Penggaraman basah menggunakan larutan garam 30-50% (setiap 100 L larutan garam berisi 30-50 kg garam). Daging dimasukkan kedalam larutan garam dan diberi pemberat agar semua daging terendam. Dalam proses osmosis, kepekatan makin lama makin berkurang karena air dalam daging berangsur-angsur masuk ke dalam larutan garam, sementara sebagian molekul garam masuk ke dalam bagian daging. Osmosis akan semakin lambat dan akhirnya terhenti karena kecenderungan penurunan kepekatan larutan garam.

3. Penggaraman campuran (*kench salting*)

Penggaraman *kench salting* pada dasarnya adalah penggaraman kering, tetapi tidak menggunakan bak. Daging dicampur dengan kristal garam seperti pada penggaraman kering di atas lantai. Larutan garam yang terbentuk dibiarkan mengalir dan terbang. Cara ini tidak memerlukan tempat tetapi memerlukan lebih banyak garam untuk mengimbangi larutan garam yang mengalir dan terbang.

2.2.2 Pengasapan

Pengawetan dan pengolahan daging menjadi berbagai produk olahan bertujuan untuk mengurangi penurunan kualitas sekaligus memberi nilai tambah

pada produk daging yang dihasilkan. Salah satu upaya pengolahan dan pengawetan daging secara tradisional adalah pengolahan daging segar menjadi daging asap. Daging asap adalah irisan daging yang diawetkan dengan panas dan panas yang dihasilkan dari pembakaran kayu keras yang banyak menghasilkan asap dan lambat terbakar (Imam, 2008).

Pengasapan daging pada umumnya dilakukan oleh masyarakat dengan menggunakan bahan tempurung kelapa. Proses produksi secara tradisional sering menghasilkan produk yang bervariasi kualitasnya, untuk itu diperlukan standarisasi terkait dengan proses pembuatan daging asap sehingga akan dihasilkan produk dengan kualitas yang lebih homogen dan lebih baik keamanannya. Produk olahan daging asap umumnya diolah dari daging sapi. Hal ini bukan berarti bahwa daging asap tidak dapat dibuat dari daging selain sapi, seperti daging kerbau. Daging kerbau selama ini cenderung dihindari digunakan karena mempunyai serat daging yang lebih kasar sehingga kurang begitu disukai serta mempunyai tingkat kealotan tinggi karena biasanya kerbau dipotong pada umur yang tua. Pengolahan daging kerbau menjadi daging asap merupakan salah satu pilihan yang dapat dilakukan untuk mengurangi kendala seperti pembusukan daging agar tetap awet serta upaya diversifikasi produk olahan pangan asal daging kerbau (Direktorat Jenderal Peternakan, 2005).

2.3 Protein

2.3.1 Pengertian

Protein merupakan salah satu zat gizi makro yang penting bagi kehidupan manusia selain karbohidrat dan lemak, berfungsi sebagai zat pembangun dan

pengatur. Kata protein berasal dari bahasa Yunani "*protos*" yang berarti yang paling utama. Protein dikaitkan dengan berbagai bentuk kehidupan, salah satunya adalah enzim yang dibuat dari protein. Berbagai jenis protein yang dibutuhkan oleh tubuh yang diperoleh dari berbagai makanan sumber protein baik yang berasal dari hewan maupun tumbuh-tumbuhan tubuh memecah protein menjadi sub unit terkecil yaitu asam amino yang dibawa ke dalam sel untuk digunakan tubuh (Rukmana, 2017).

Protein adalah senyawa organik kompleks berbobot molekul tinggi yang merupakan polimer monomer-monomer asam amino yang dihubungkan satu sama lain oleh ikatan peptida. Protein dihasilkan dari setiap translasi genetik molekul DNA yang terdapat di dalam sel. Protein merupakan zat organik penting bagi tubuh dan bagian terbesar penyusun tubuh setelah air (Bintang, 2010). Protein hewani memiliki keistimewaan bila dibandingkan dengan protein nabati, karena protein hewani lebih kompleks susunan asam aminonya. Contoh makanan sumber protein hewani adalah telur, daging, ayam dan ikan (Dalillah, 2006).

2.3.2 Protein Daging

Protein daging terdiri dari protein sederhana dan protein terkonjugasi dengan radikal non protein. Berdasarkan asalnya protein dapat dibedakan dalam 3 kelompok yaitu protein sarkoplasma, protein miofibril dan protein jaringan ikat. Protein sarkoplasma adalah protein larut air (*water soluble* protein) karena umumnya dapat di ekstrak oleh air dan larutan garam encer. Protein miofibril terdiri atas aktin dan miosin, serta sejumlah kecil troponin dan aktinin. Protein ini sifat larut dalam larutan garam (*salt soluble* protein). Protein jaringan ikat

merupakan fraksi protein yang tidak larut, terdiri atas protein kolagen, elastin dan retikulin (Muchtadi, 1992). Protein otot terdiri atas sekitar 70% protein struktur atau protein fibril sekitar 30% protein larut dalam air. Protein miofibril mengandung sekitar 32%-38% miosin, 13% - 17% aktin, 7% tropomiosin dan 6% protein strom. Miosin merupakan protein yang banyak pada otot yaitu sekitar 38% (Dalilah, 2006). Jenis protein pada daging dan berat molekulnya ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Jenis pada daging dan berat molekulnya

| Jenis Protein | Berat Molekul (kDa) | Jenis Protein | Berat Molekul (kDa) |
|------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|
| Miofibril | | Protein filamen | |
| Miosin | 200 | Desmin | 55 |
| Aktin | 197 | Mioglobin | 77 |
| Tropomiosin | 134 | Haemoglobin | 13 |
| Troponin | 202 | Protease pada Daging | |
| Troponin C | 18 | Alkaline protease | 22 |
| Troponin I | 23 | Serin protease | 22-24 |
| Troponin T | 38 | Miosin-Cleaving Enzim | 26-27 |
| Aktinin | | Ca-aktived enzim | 22 |
| α aktinin | 95 | Protease (CAF, CANP) | 80+30 |
| β aktinin | 37 | Catepsin B | 24-27 |
| Y aktinin | 35 | Catepsin D | 42-45 |
| Eu aktinin | 42 | Catepsin L | 24 |
| M- Protein | 165 | Kolagen | |
| Creatin kinase | 43 | Prokolagen | 120 |
| C-protein | 135 | Prokolagen | 260 |
| F-protein | 121 | Prokolagen | 80 |
| I- protein | 50 | Lysin oksidase | 29-31 |

Sumber : Price and Schweigert (1987)

2.3.3 Fungsi Protein

Protein berfungsi sebagai pembentuk komponen struktural, enzim, pembentukan antibodi, sumber energi dan memegang peranan penting dalam mengangkut dan menyimpan zat-zat gizi di dalam tubuh. Protein pengikat-retinol atau *retinol binding protein (RBP)* transferin dan lipoprotein adalah protein yang mengangkut vitamin A, mangan, zat besi serta lipida. Protein pengangkut ini

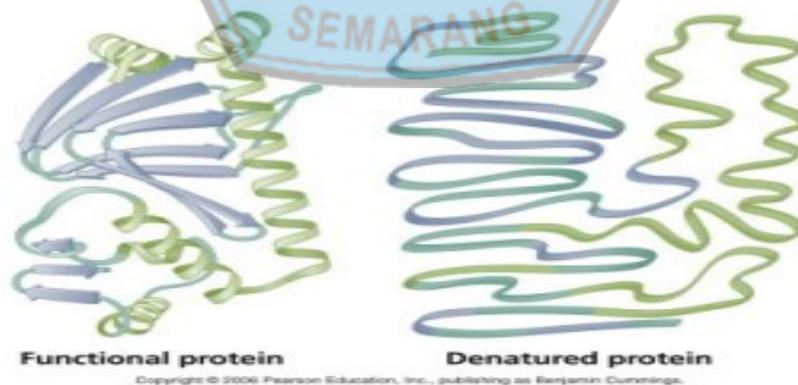
dapat mengangkut zat-zat gizi dari saluran cerna ke dalam darah, jaringan dan sel di dalam tubuh (Hardiansyah, 2016).

2.3.4 Sifat Protein

Polimerisasi protein dapat terurai atau terpecah menjadi bentuk yang lebih sederhana. Ini terjadi bila bereaksi dengan asam, basa atau enzim. Misalnya proses pemasakan (*ripening*) pemecahan protein, pembusukan daging: dekomposisi protein lebih lanjut dan disertai perubahan yang lain (Warsito, 2015).

2.3.5 Denaturasi Protein

Denaturasi protein adalah fenomena transformasi struktur protein yang berlipat menjadi terbuka. Perubahan konformasi protein mempengaruhi sifat protein (Estiasih, 2016). Denaturasi protein dapat terjadi dikarenakan pengaruh panas, pH, bahan kimia, mekanik. Denaturasi adalah suatu proses terpecahnya ikatan hidrogen, interaksi hidrofobik, ikatan garam dan terbukanya lipatan molekul (Warsito, 2015).



Gambar 3. Denaturasi Protein (Putri, 2014)

Selama denaturasi protein ikatan hidrogen dan ikatan hidrofobik dipecah sehingga terjadi peningkatan kerusakan molekulnya. Denaturasi mungkin dapat bersifat bolak-balik (*reversible*), seperti pada kimotripsin yang hilang aktivitasnya

akan pulih kembali bila dipanaskan tetapi aktivitasnya akan pulih kembali bila didinginkan. Protein yang sudah mengalami denaturasi tidak dapat kembali ke struktur tersier. Kelarutan protein berkurang dan aktivitas biologisnya juga hilang pada saat denaturasi. Aktivitas biologis protein diantaranya adalah sifat hormonal, kemampuan mengikat antigen, serta aktivitas enzimatik. Protein-protein yang terdenaturasi cenderung untuk membentuk agregat dan endapan yang disebut koagulasi. Tingkat kepekaan suatu protein terhadap pereaksi denaturasi tidak sama sehingga sifat tersebut dapat digunakan untuk memisahkan protein yang tidak diinginkan dari suatu campuran dengan cara koagulasi (Bintang, 2010).

Denaturasi protein disebabkan oleh beberapa faktor antara lain:

A. Penyebab Fisik

1. Panas

Ketika larutan protein dipanaskan secara bertahap di atas suhu tinggi, protein mengalami transisi dari keadaan asli ke terdenaturasi. Mekanisme suhu menginduksi denaturasi protein cukup kompleks dan menyebabkan destabilisasi interaksi nonkovalen di dalam protein.

2. Tekanan

Denaturasi akibat tekanan terjadi pada suhu 25°C jika tekanan yang diberikan cukup tinggi. Sebagian besar protein mengalami denaturasi pada tekanan 1-12 kbar. Tekanan dapat menyebabkan denaturasi protein karena protein bersifat fleksibel dan dapat dikompresi.

3. Pengadukan

Pengadukan mekanik kecepatan tinggi seperti pengocokan, pengulenan, dan pembuihan menyebabkan protein terdenaturasi. Banyak protein yang terdenaturasi dan mengalami presipitasi ketika tidak diaduk intensif. Ketika pengadukan tinggi dilakukan menggunakan pengaduk berputar maka akan terbentuk kavitasi menyebabkan protein muda terdenaturasi.

B. Penyebab Kimiawi

1. pH

Protein bersifat lebih stabil pada pH di titik isoelektrik dibandingkan pH lain. Pada pH netral kebanyakan protein bermuatan negatif dan hanya sedikit yang bermuatan positif. Denaturasi protein akibat pH kebanyakan bersifat *reversible*. Tetapi pada sejumlah kasus hidrolisis ikatan peptida secara parsial deamidase residu asparagin dan glutamin dan kerusakan gugus sulfhidril pada pH alkali dapat menyebabkan denaturasi protein bersifat *irreversibel* (Estiasih, 2016).

2. Deterjen

Deterjen seperti *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS) merupakan pendenaturasi protein yang kuat. Deterjen terikat kuat pada protein yang terdenaturasi sehingga menyempurnakan denaturasi yang mengakibatkan protein bersifat *irreversibel* (Estiasih, 2016).

3. Garam

Garam mempengaruhi stabilitas struktural protein. Hal ini berkaitan dengan kemampuan garam untuk mengikat air secara kuat dan mengubah

sifat hidrasi protein. Pada konsentrasi rendah garam menstabilkan struktur protein karena meningkatkan hidrasi protein dan terikat lemah pada protein. Garam juga dapat menyebabkan ketidakstabilan struktur protein karena menurunkan hidrasi protein dan berikatan kuat dengan protein. Pengaruh garam untuk kestabilan atau destabilisasi struktur protein berkaitan dengan konsentrasi dan pengaruhnya terhadap ikatan air. Peningkatan stabilitas protein pada kadar garam rendah disebabkan peningkatan ikatan hidrogen antarmolekul air. Pada konsentrasi tinggi garam mendenaturasi protein karena merusak struktur air sehingga air menjadi pelarut yang baik untuk residu nonpolar protein (Estiasih, 2016).

Denaturasi protein juga disebabkan oleh proses pengasapan. Panas yang ditransferkan ke daging selama proses pengasapan dapat mengakibatkan terjadinya perubahan sifat kimia dan fisik protein daging yaitu terjadinya denaturasi, penggumpalan dan degradasi, pencairan lemak, rusaknya enzim dan mikroba, hilangnya beberapa zat gizi. Transfer panas ke dalam daging dipengaruhi oleh tingginya suhu dan lama pengasapan, pada suhu pengasapan yang terlalu tinggi dengan waktu yang terlalu lama akan menyebabkan pengeringan berlebihan. Sebaliknya bila terlalu rendah akan menghasilkan produk dengan bau yang tidak disukai (Suradi, 2012).

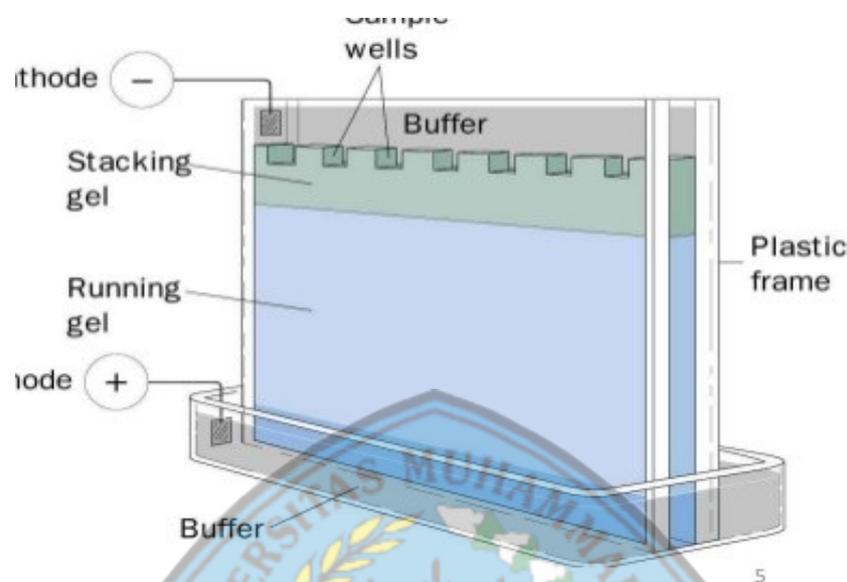
Analisis profil protein pada daging dapat diketahui dengan menggunakan metode elektroforesis, salah satu metode yang banyak dipakai untuk pemisahan protein yaitu metode elektroforesis SDS-PAGE gel poliakrilamid.

2.4 Pemeriksaan Protein Metode SDS-PAGE

SDS (*Sodium Dodecyl Sulfate*) adalah deterjen yang mempunyai sifat polar dan nonpolar yang dapat mengikat protein sedemikian rupa sehingga bagian nonpolar dari SDS tersembunyi ke dalam bagian nonpolar (hidrofobik) dari protein sedangkan gugus sulfat dari SDS yang bermuatan negatif berhubungan langsung atau terekspos pada pelarut. SDS berfungsi untuk mendenaturasi protein karena SDS bersifat sebagai deterjen yang mengakibatkan ikatan dalam protein terputus membentuk protein yang dapat terelusi dalam gel begitu juga β -mercaptoetanol. SDS dapat mengganggu konformasi spesifik dengan cara melarutkan molekul hidrofobik yang ada di dalam struktur tersier polipeptida. SDS mengubah semua molekul protein kembali ke struktur primernya (struktur linear) dengan cara meregangkan gugus utama polipeptida. SDS juga menyebabkan seluruh rantai peptida bermuatan negatif (Fatchiyah, 2011).

SDS-PAGE (*Sodium Dodecyl Sulfate – Polyacrylamide Gel Electrophoresis*) merupakan metode pemisahan molekul yang menggunakan medan listrik sebagai penggerak molekul dan matriks penyangga berpori. SDS-PAGE telah digunakan untuk menganalisis protein pada mikroorganisme, hewan, dan manusia. Profil protein dapat diteliti melalui analisis SDS-PAGE dengan berbagai konsentrasi gel pemisah (12%), *gel stacking* (5%) dengan *voltage* 75-200 volt (Dwi, 2016). Penggunaan SDS-PAGE bertujuan untuk memberikan muatan negatif pada protein yang akan dianalisis. Sampel-sampel enzim yang dimasukkan ke dalam sumur gel diberi warna dengan *bromphenol biru* yang dapat

terionisasi. Fungsi pewarna adalah untuk membantu memonitor jalannya elektroforesis (Anam, 2009).



Gambar 4. SDS-PAGE (Saputra, 2014)

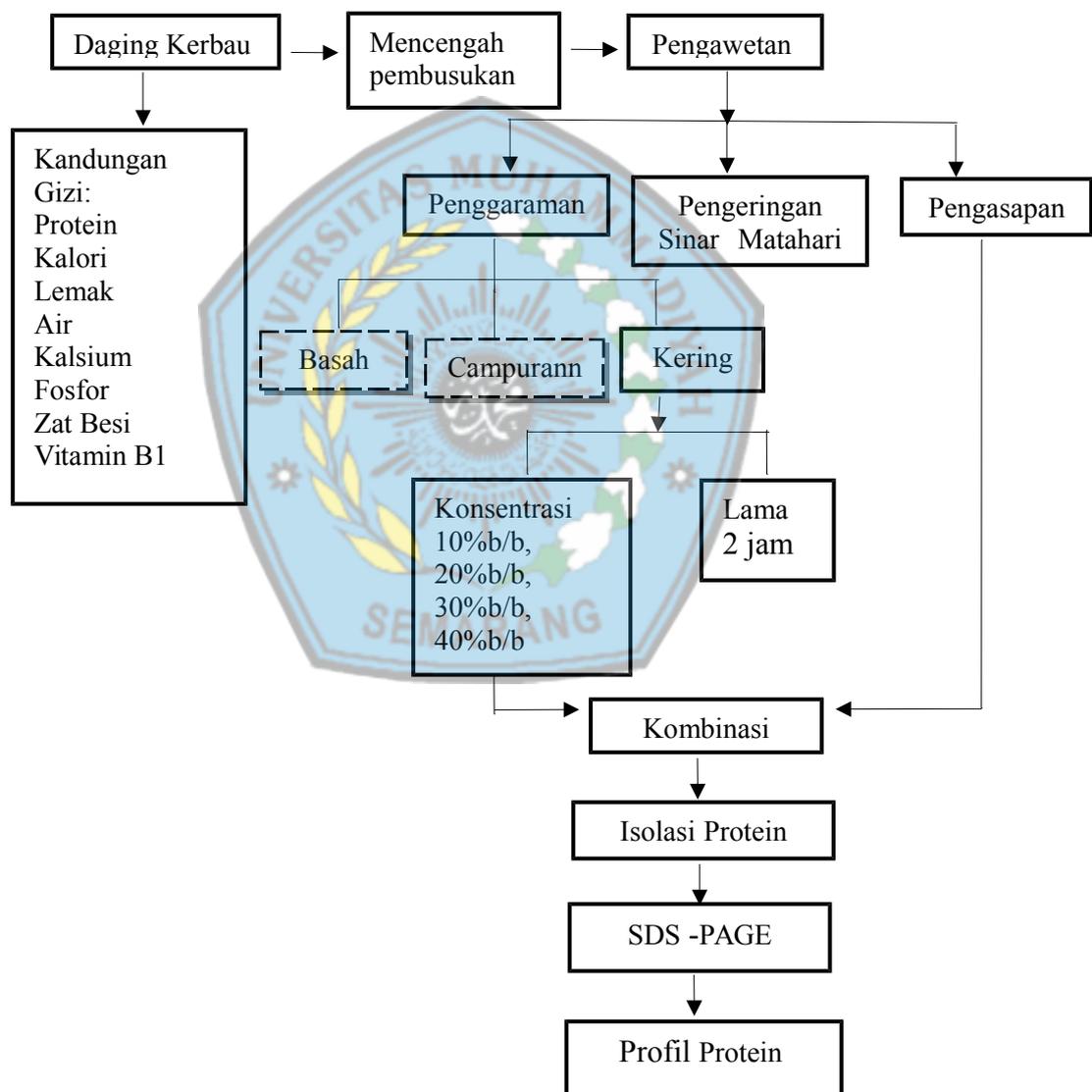
Elektroforesis adalah suatu cara untuk memisahkan fraksi-fraksi suatu campuran berdasarkan atas pergerakan partikel koloid yang bermuatan di bawah pengaruh medan listrik. Elektroforesis protein telah digunakan untuk analisa virus, asam nukleat, enzim dan protein lain, serta molekul-molekul organik dengan berat molekul rendah seperti asam amino (Westermier, 2005). SDS-PAGE dinilai lebih menguntungkan dibandingkan dengan elektroforesis kertas dan elektroforesis pati. Hal ini disebabkan karena besarnya pori medium penyangga, serta perbandingan konsentrasi *akrilamid* dan *bis-metilen akrilamid*.

Gel poliakrilamid SDS-PAGE terdiri dari 2 *stacking gel* dan *resolving gel*. *Stacking gel* berfungsi sebagai tempat meletakkan sampel dimana terdapat beberapa well, sedangkan *resolving gel* merupakan tempat dimana protein akan bergerak menuju anoda. *Stacking gel* dan *resolving gel* memiliki komposisi sama

namun yang membedakan hanya konsentrasi gel poliakrilamid pembentuknya, *Stacking gel* lebih rendah dari *resolving gel*. Keunggulan Poliakrilamid yaitu tidak bereaksi tidak membentuk matriks dengan sampel, tidak menghambat pergerakan sampel yang memungkinkan pemisahan protein secara sempurna (Saputra 2014).

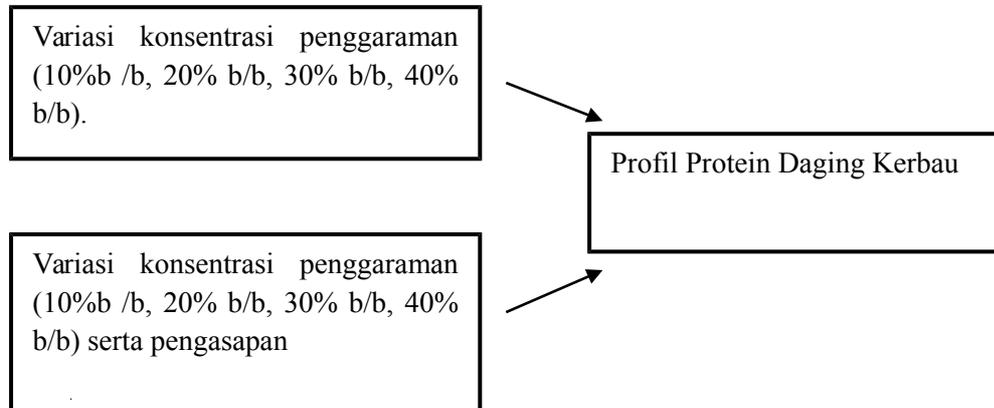
2.4 Kerangka Teori

Kerangka teori dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



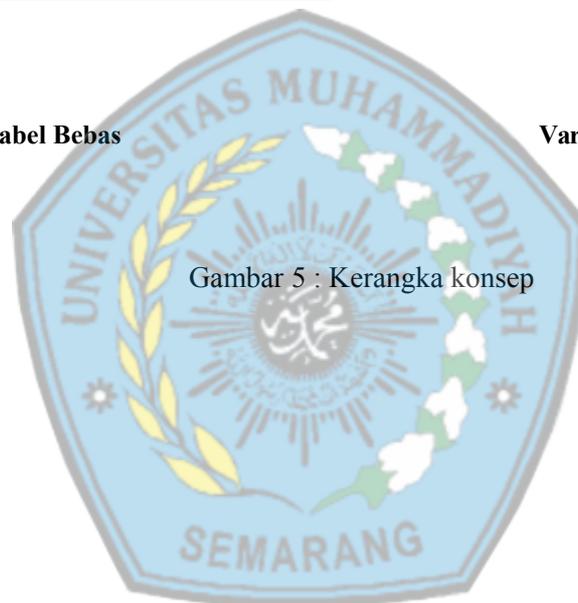
Gambar 4. Kerangka Teori

2.5 Kerangka Konsep



Variabel Bebas

Variabel Terikat



Gambar 5 : Kerangka konsep