

# KOAGULASI PROTEIN DARI EKSTRAK BIJI KECIPIR DENGAN METODE PEMANASAN

Welly Surya Naga<sup>1)</sup>, Berlian Adiguna<sup>1)</sup>, Ery Susiany Retnoningtyas<sup>2)</sup>, Aning Ayucitra<sup>2)</sup>  
E-mail: Luiz\_Berliano@yahoo.com.

## ABSTRAK

*Dalam rangka penyediaan tambahan gizi bagi kehidupan manusia diperlukan produk makanan yang mengandung protein. Daging merupakan salah satu bahan makanan yang mengandung protein kadar tinggi. Daging dapat berasal dari hewan (hewani) maupun biji-bijian (nabati). Biji kecipir dapat digunakan sebagai bahan pembuatan daging nabati. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengkoagulasi protein dari biji kecipir sebagai bahan pembuatan daging nabati. Tujuan penelitian adalah mempelajari pengaruh waktu, suhu, dan tekanan pada koagulasi protein biji kecipir dan mencari kondisi proses yang relatif baik.*

*Penelitian dilakukan dengan mengekstraksi serbuk biji kecipir seberat 30 gram dengan menggunakan 300 ml akuades di dalam tangki yang dilengkapi pengaduk. Slurry dalam tangki diaduk dengan kecepatan 150 rpm selama 60 jam pada suhu 60°C dan ekstraksi dilakukan sebanyak 4 tahap. Filtrat hasil ekstraksi diambil 100 ml untuk dilakukan proses koagulasi. Variabel yang diteliti adalah suhu (50–70°C), waktu (1–3 jam), dan tekanan (vakum dan 1 atm). Jumlah protein dalam padatan protein dianalisis memakai makro kjeldahl.*

*Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa pada kisaran 50-60°C yield protein semakin meningkat, tetapi pada suhu 70°C dan tekanan 1 atm yield protein berkurang. Selain itu, semakin lama waktu yang digunakan untuk koagulasi dan semakin rendah tekanan yang digunakan, maka yield protein yang didapat semakin besar.*

**Kata kunci:** biji kecipir, protein, koagulasi, suhu, tekanan, persen protein, yield protein

## PENDAHULUAN

Daging merupakan salah satu makanan yang dikonsumsi oleh hampir semua orang di dunia. Mengonsumsi daging sangat baik bagi kesehatan karena daging mengandung banyak vitamin dan zat-zat yang berguna bagi tubuh, salah satunya adalah protein. Protein dalam daging dapat berfungsi sebagai zat pembangun, membentuk jaringan baru dan mengganti jaringan tubuh yang rusak, serta mengatur proses metabolisme tubuh supaya seimbang.

Dalam hal mengonsumsi daging, ada beberapa konsumen yang memiliki masalah tertentu, sehingga tidak bisa mengonsumsi daging hewani. Misalnya, bagi penderita kolesterol tinggi dan kelompok vegetarian. Untuk mencukupi kebutuhan protein dalam tubuh mereka, maka dibuatlah sebuah inovasi baru yaitu daging sintetis.

Pada dasarnya hampir semua biji-bijian dapat diproses untuk diambil proteinnya dan dibuat daging sintetis. Sejauh ini yang biasa diambil proteinnya untuk dijadikan makanan atau minuman adalah biji kedelai. Akan tetapi sebenarnya biji kecipir juga mempunyai kadar protein cukup tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku alternatif pembuatan daging sintetis. Pemilihan biji kecipir sebagai alternatif bahan baku daging sintetis ini adalah karena biji kecipir memiliki kandungan gizi tinggi yang mirip dengan daging, bahkan kandungan proteinnya lebih tinggi daripada daging sapi

dan domba sebagaimana disajikan pada Tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Perbandingan Kandungan Gizi Kecipir Dengan Daging<sup>[1]</sup>

Bahan	Protein (g)	Lemak (g)	Karbohidrat (g)
Kecipir	32,8	17,0	36,5
Daging sapi	27,0	10,0	0
Daging domba	17,1	14,8	0

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa kandungan protein dari biji kecipir paling tinggi dibanding daging hewani, sehingga biji kecipir dapat dijadikan sebagai bahan utama pembuatan daging sintetis dengan cara ekstraksi protein. Protein tersebut dapat dikoagulasi dengan cara pemanasan, sehingga koagulan protein yang terjadi dapat diproses lebih lanjut untuk dijadikan daging sintesis.

Metode koagulasi protein ada 3 yaitu metode pemanasan, metode asam, dan metode enzim. Memang selama ini metode enzim adalah metode yang paling efektif, karena menghasilkan koagulan protein dalam jumlah yang banyak dan kadar protein yang tinggi tanpa adanya denaturasi. Akan tetapi harga enzim sangat mahal, sehingga tidak ekonomis dan membutuhkan waktu yang lebih lama, sedangkan untuk metode asam koagulan protein akan bersifat asam, sehingga berpengaruh pada

<sup>1)</sup> Mahasiswa di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

<sup>2)</sup> Staf Pengajar di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

cita rasa produk pangan yang diberi protein tersebut. Berdasarkan hal tersebut metode pemanasan dianggap paling cocok untuk produk pangan karena protein yang dihasilkan tidak bersifat asam dan tidak membutuhkan biaya yang mahal dan waktu yang lama. Untuk meminimalkan akibat denaturasi yang terjadi karena pemanasan perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan waktu dan suhu optimum koagulasi protein.

Koagulan protein yang dihasilkan dapat diaplikasikan untuk produk pangan seperti halnya daging sintesis karena koagulan protein yang dihasilkan tidak bersifat asam.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Kecipir

Di negara barat kecipir dikenal dengan sebutan *winged bean* (kedelai bersayap). Di Indonesia, kecipir mempunyai berbagai nama: *cipir* (Jawa Tengah dan Jawa Timur), *jaat* (Sunda), *kacang embing* (Palembang) dan *kacang belimbing* (Sumatera Utara).

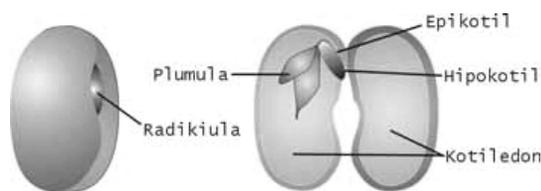
Tanaman kecipir tumbuh dengan subur di daerah tropis basah dengan ketinggian tanah kurang daripada 1600 meter di atas permukaan laut (dpl). Tanah yang cocok untuk tanaman kecipir adalah tanah yang berbau organik rendah dan lempung. Tanaman ini tahan terhadap kondisi kekeringan. Polong kecipir muda disajikan pada Gambar 1 sebagai berikut.



**Gambar 1.** Polong Kecipir Muda<sup>[2]</sup>

Tanaman kecipir merupakan tanaman yang hidupnya merambat dan membentuk semak. Dalam budidaya kecipir biasanya diberi penyangga, namun jika dibiarkan akan menutupi permukaan tanah. Batangnya berbentuk silindris, beruas-ruas. Daunnya majemuk dengan anak daun berjumlah tiga berbentuk segitiga, panjang daunnya berkisar 7,0-8,5 cm, pertulangan daun menyirip, letak berselang-seling, dan berwarna hijau. Bunganya

tunggal, bentuk bunganya menyerupai kupu-kupu dan mekar di pagi hari, tumbuh dari ketiak daun, kelopaknya biasanya berwarna biru pucat dan dapat dipakai sebagai pewarna makanan. Buah kecipir memiliki tipe polong, memanjang, berbentuk segiempat dengan sudut beringgit, panjang sekitar 30 cm, berwarna hijau waktu muda, menjadi hitam dan kering bila sudah matang atau sudah tua. Bijinya kecil dan bulat dengan diameter berkisar 8-10 mm<sup>[3]</sup>, bijinya berwarna coklat sewaktu muda dan berubah menjadi hitam pada waktu matang. Kandungan protein biji kecipir menyamai kedelai (30-39%)<sup>[2]</sup>. Embrio kecipir disajikan pada Gambar 2 sebagai berikut.



**Gambar 2.** Embrio Kecipir

Kecipir merupakan tanaman penghasil umbi, biji dan polong yang berpotensi sebagai sumber protein nabati. Hampir semua bagian tanaman kecipir dapat dimanfaatkan untuk bahan pangan, karena kandungan gizinya cukup tinggi. Kandungan gizi dalam 100 gram bahan segar kecipir disajikan pada Tabel 2<sup>[4]</sup>.

**Tabel 2.** Kandungan Gizi Dalam 100 Gram Bahan Segar Kecipir<sup>[4]</sup>

No	Kandungan	Biji	Polong muda	Daun
1	Kalori (kal)	405,00	35,00	35,00
2	Protein (g)	32,80	2,90	5,00
3	Lemak (g)	17,00	0,20	0,50
4	Karbohidrat (g)	36,50	5,80	8,50
5	Kalsium (mg)	80,00	63,00	134,00
6	Fosfor (mg)	200,00	37,00	81,00
7	Zat besi (mg)	2,00	0,30	6,20
8	Vitamin A (SI)	0,00	595,00	5.240,00
9	Vitamin B1 (mg)	0,03	0,24	0,28
10	Vitamin C (mg)	0,00	19,00	29,00
11	Air (g)	9,70	90,40	85,00
12	Abu (g)	3,80	1,20	0,00
13	Bagian yang dimakan (%)	100,00	96,00	70,00

Kecipir dapat diolah menjadi berbagai macam produk pangan, pakan ternak, dan produk untuk keperluan industri. Produk olahan kecipir dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu makanan fermentasi dan makanan non fermentasi. Makanan non fermentasi dapat berupa hasil olahan tradisional seperti: tahu dan kembang tahu dan hasil olahan modern seperti: susu kecipir, tepung, dan minyak kecipir. Makanan fermentasi dari hasil olahan tradisional seperti: tempe, kecap, dan tauco, dan hasil olahan modern seperti: keju kecipir dan *yoghurt* kecipir.

### Protein

Protein merupakan zat gizi yang tersusun oleh asam amino dan memiliki peran penting bagi tubuh, baik sebagai sumber energi maupun sebagai zat pembangun, termasuk membentuk otot pada tubuh dan mengganti jaringan tubuh yang rusak dan yang perlu dirombak. Protein sebagai zat pengatur, yang mengatur proses di dalam tubuh supaya seimbang.

Protein merupakan sumber asam-asam amino yang mengandung unsur N yang tidak dimiliki oleh lemak atau karbohidrat, selain itu protein juga mengandung unsur-unsur: C, H, dan O serta unsur-unsur logam seperti: besi dan tembaga. Protein tersusun atas asam amino esensial, asam amino non esensial, dan asam amino esensial bersyarat yang ketiganya diperlukan oleh tubuh. Tubuh dapat menghasilkan asam amino non esensial, tetapi tidak dapat menghasilkan asam amino esensial. Asam amino esensial dapat diperoleh dari makanan.

Asam amino esensial adalah asam amino yang tidak dapat diproduksi sendiri oleh tubuh, sehingga harus didapat dari mengkonsumsi makanan. Asam amino non esensial adalah asam amino yang dapat diproduksi sendiri oleh tubuh, sehingga memiliki prioritas yang lebih rendah dibandingkan asam amino esensial. Asam amino esensial bersyarat adalah kelompok asam amino non esensial, namun pada saat tertentu, seperti setelah latihan beban yang berat, produksi dalam tubuh tidak secepat dan tidak sebanyak yang diperlukan, sehingga harus didapat dari makanan maupun suplemen protein. Macam-macam asam amino dan kegunaannya disajikan pada Tabel 3<sup>[5,6]</sup>.

Dari struktur umumnya, asam amino mempunyai dua gugus pada tiap molekulnya, yaitu gugus amino dan gugus karboksil, yang digambarkan sebagai struktur ion dipolar. Gugus amino dan gugus karboksil pada asam

**Tabel 3.** Komposisi Asam Amino Dalam Biji Kecipir

Asam Amino	Persentase (%)	Asam Amino	Persentase (%)
Sistina	1,6-2,6	Glisina	4,6
Lisina	7,4-8,0	Alanina	4,3
Histidina	2,7	Valina	4,9-5,7
Arginina	6,5-6,6	Metionina	1,2
Asam Aspartat	11,5-12,5	Isoleusina	4,9-5,1
Treonina	4,3-4,5	Leusina	8,6-9,2
Serina	4,9-5,2	Tirosina	3,2
Asam glutamat	15,3-15,6	Fenilalana	4,8-5,8

amino menunjukkan sifat-sifat spesifiknya. Oleh karena asam amino mengandung kedua gugus tersebut, maka senyawa ini akan memberikan reaksi kimia yang mencirikan gugus-gugusnya. Sebagai contoh adalah reaksi asetilasi dan esterifikasi. Asam amino juga bersifat amfoter, yaitu dapat bersifat sebagai asam dan memberikan proton kepada basa kuat, atau dapat bersifat sebagai basa dan menerima proton dari basa kuat.

Protein dapat diperoleh dari hewan(hewani) dan tumbuh-tumbuhan(nabati). Protein hewani terdapat dalam daging, susu, telur, ikan, udang, dan kerang. Protein nabati terdapat dalam biji-bijian, sereal, daun dan kacang-kacangan. Protein sederhana dalam kacang-kacangan adalah globulin dan albumin. Globulin tidak larut dalam air, larut dalam larutan garam netral, contohnya: legumin dan visilin yang merupakan penyusun utama protein dalam biji. Albumin yang larut dalam air contohnya: enzim dan legumetin<sup>[7]</sup>. Macam-macam asam amino dan kegunaannya disajikan dalam Tabel 4.

**Tabel 4.** Macam-macam Asam Amino dan Kegunaannya<sup>[5]</sup>

No	Macam-macam asam amino	Kegunaan bagi tubuh
1	Leusina (esensial)	Membantu mencegah penyusutan otot dan membantu pemulihan pada kulit dan tulang
2	Isoleusina (esensial)	Membantu mencegah penyusutan otot dan membantu dalam pembentukan sel darah merah
3	Valina (esensial)	Membantu dalam mengirimkan asam amino lain (triptofan, fenilalanina, tirosina) ke otak

**Tabel 4.** Macam-macam Asam Amino dan Kegunaannya<sup>[5]</sup>(lanjutan)

No	Macam-macam asam amino	Kegunaan bagi tubuh
4.	Lisina (esensial)	Membantu dalam pembentukan kolagen maupun jaringan penghubung tubuh lainnya ( <i>cartilage</i> dan persendian), bersama vitamin C membentuk L- <i>Carnitine</i>
5.	Triptofan (esensial)	Merangsang pelepasan hormon pertumbuhan dan pemicu serotonin (hormon yang memiliki efek relaksasi)
6.	Metionina (esensial)	Menurunkan kadar kolesterol darah dan membantu membuang zat racun pada organ hati dan membentuk regenerasi jaringan baru pada hati dan ginjal.
7.	Treonina (esensial)	Membantu detoksifikasi, membantu pencegahan penumpukan lemak pada organ hati, komponen penting dari kolagen, biasanya kekurangannya diderita oleh vegetarian.
8.	Fenilalanina (esensial)	Meningkatkan daya ingat, <i>mood</i> , fokus mental, digunakan dalam terapi depresi, dan membantu menekan nafsu makan.
9.	Asam aspartat (non esensial)	Membantu mengubah karbohidrat menjadi energi, membangun daya tahan tubuh, meredakan tingkat hormon dalam darah setelah latihan.
10.	Glisina (non esensial)	Membantu tubuh membentuk asam amino lain, berpotensi menghambat keinginan akan gula, memproduksi glukagon yang mengaktifkan glikogen.
11.	Alanina (non esensial)	Mengembangkan daya tahan tubuh
12.	Serina (non esensial)	Membantu dalam fungsi otak (daya ingat) dan syaraf, memproduksi energi pada tingkat sel.
13.	Arginina (esensial bersyarat)	Merangsang hormon pertumbuhan

**Tabel 4.** Macam-macam Asam Amino dan Kegunaannya<sup>[5]</sup>(lanjutan)

No	Macam-macam asam amino	Kegunaan bagi tubuh
14.	Histidina (esensial bersyarat)	Untuk pembentukan sel darah merah dan sel darah putih, banyak digunakan untuk terapi rematik dan alergi
15.	Sisteina (esensial bersyarat)	Salah satu elemen besar dari kolagen, mengurangi efek kerusakan dari alkohol
16.	Asam glutamat (esensial bersyarat)	Diperlukan untuk kinerja otak dan metabolisme asam amino lain
17.	Tirosina (esensial bersyarat)	Meningkatkan <i>mood</i> dan fokus mental
18.	Glutamina (esensial bersyarat)	Meningkatkan volume sel otot, daya tahan tubuh, untuk memicu memproduksi hormon pertumbuhan
19.	Taurina (esensial bersyarat)	Meningkatkan volume sel otot, membantu penyerapan dan pelepasan lemak
20.	Orginina (esensial bersyarat)	Daya tahan tubuh dan fungsi organ hati, membantu dalam penyembuhan dari penyakit.

Protein dalam biji kecipir terdapat dalam badan protein/butir aleuron. Badan protein terdapat dalam kulit biji dan kotiledon (disebut juga kotil atau daun lembaga) seperti terlihat pada Gambar 2. Kotiledon adalah bakal daun yang terbentuk pada embrio. Kotiledon merupakan organ cadangan makanan pada biji sekelompok tumbuhan, sekaligus organ fotosintetis pertama yang dimiliki oleh tumbuhan yang baru saja berkecambah. Protein yang terkandung dalam biji kecipir termasuk bermutu tinggi karena mengandung 10 macam asam amino esensial dari 20 asam amino yang ada. Asam amino tersebut adalah arginina, histidina, isoleusina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofan, dan valina<sup>[8]</sup>. Protein atau asam amino yang paling banyak terdapat dalam biji kecipir adalah asam glutamat.

#### Proses Leaching Protein

Protein yang terkandung dalam biji-bijian dapat diambil menggunakan metode ekstraksi

padat-cair (*leaching*), yaitu proses di mana dua fase padat dan cair saling dikontakkan, sehingga komponen yang hendak dipindahkan (solut) dapat berdifusi dari fase padat menuju fase cair. Mekanisme proses *leaching* adalah pelarut menuju ke permukaan padatan, selanjutnya pelarut menembus atau mendifusi ke dalam padatan. Komponen solut melarut ke dalam pelarutnya, akhirnya solut dipindahkan ke dalam pelarut<sup>[9]</sup>. Pada kontak antar fase, solut mendifusi dari fase padat ke fase cair, sehingga komponen-komponen solut di dalam padatan dapat dipisahkan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses *leaching* adalah<sup>[10]</sup>:

1. Ukuran partikel sebelum *leaching*.  
Ukuran partikel yang lebih kecil akan memperluas permukaan kontak antara padatan dengan cairan, sehingga akan memperkecil jarak difusi dari dalam partikel ke permukaan partikel. Penelitian ini menggunakan diameter serbuk biji kecipir yaitu berkisar 40-60 mesh, karena ukuran serbuk ini sudah cukup kecil dan bila diperkecil lagi malahan akan mempersulit pada proses penyaringan.
2. Pelarut.  
Pelarut dipilih yang tidak merusak solut atau residu. Pelarut yang digunakan adalah pelarut yang berviskositas rendah agar sirkulasi bebas dari pelarut dapat terjadi. Pembuatan daging sintetik dari biji kecipir menggunakan pelarut air, karena produk dikonsumsi langsung oleh masyarakat. Protein yang terkandung dalam biji kecipir adalah legumin dari jenis globulin. Protein dari biji kecipir dapat diekstrak dengan larutan garam dengan konsentrasi berkisar 5-10%<sup>[11]</sup>. Akan tetapi karena produk daging ini dikonsumsi langsung oleh masyarakat, maka pembuatan daging sintetik dari biji kecipir menggunakan pelarut air. Pada penelitian tentang ekstraksi protein dari biji turi<sup>[11]</sup>, hasil yang terbaik untuk proses ekstraksi adalah pada perbandingan berat bahan baku terhadap berat pelarut sebesar 1:10.
3. Suhu operasi.  
Umumnya kelarutan suatu solut yang diekstraksi akan bertambah dengan kenaikan suhu, namun adanya suhu yang tinggi kadang dapat menyebabkan kerusakan terhadap bahan yang diproses. Denaturasi protein terjadi pada suhu yang berbeda-beda tergantung pada sifat protein, umumnya protein terdenaturasi pada suhu

sekitar 70°C<sup>[12]</sup>. Dari penelitian yang dilakukan oleh Purwaka dan Agus<sup>[11]</sup> tentang ekstraksi protein dari biji turi, disimpulkan bahwa hasil yang terbaik diperoleh pada suhu operasi 60°C.

4. Pengadukan.  
Dengan pengadukan yang semakin kuat, difusi akan makin meningkat dan tahanan perpindahan massa pada permukaan partikel selama proses *leaching* akan berkurang. Dari penelitian yang dilakukan oleh Veronica dan Liza<sup>[13]</sup> tentang ekstraksi protein dari biji lamtoro gung, disimpulkan bahwa hasil yang terbaik diperoleh pada kecepatan pengadukan 150 rotasi per menit (rpm).
5. Waktu.  
Umumnya semakin lama waktu *leaching*, semakin banyak jumlah protein yang terekstraksi. Dari penelitian yang dilakukan oleh Purwaka dan Agus<sup>[11]</sup> tentang ekstraksi protein dari biji turi disimpulkan bahwa hasil terbaik diperoleh pada waktu operasi 1 jam.

### Koagulasi Protein

Kebanyakan protein hanya berfungsi aktif biologis pada daerah pH dan suhu yang terbatas. Jika pH dan suhu melewati batas-batas tersebut, protein akan mengalami denaturasi. Proses kembalinya protein ke bentuk asal setelah terjadi denaturasi disebut renaturasi. Untuk pengembalian ini tidak diperlukan bahan kimia, biasanya terjadi karena perubahan pH atau suhu.

Protein jika berada dalam bentuk larutan akan berupa koloid sebab tergolong molekul koloid. Faktor-faktor yang mempengaruhi koagulasi protein adalah:

1. pH.  
Protein akan menggumpal pada pH asam, yaitu pada pH sekitar 4,5. Tetapi pH yang digunakan jangan terlalu asam, karena dapat menimbulkan aroma yang berbau asam.
2. Suhu.  
Semakin tinggi suhu, protein yang mengendap akan semakin banyak, tetapi bila protein yang digumpalkan akan dibuat menjadi makanan, suhu yang digunakan tidak boleh terlalu tinggi karena akan merusak protein tersebut.  
Protein dapat digumpalkan dengan berbagai cara, yaitu dengan:
  1. Penambahan asam;
  2. Enzim;

### 3. Pemanasan.

#### Penambahan asam

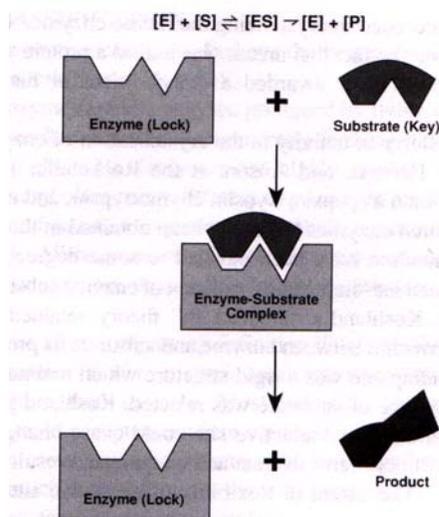
Protein merupakan senyawa amfoter yang dapat bereaksi dengan asam maupun basa. Hal ini disebabkan karena molekulnya mempunyai muatan positif dan negatif. Nilai pH pada saat asam amino tidak memiliki muatan disebut titik isoelektrik. Pada saat titik isoelektrik dicapai, jumlah muatan positif dan negatifnya adalah sama. Bila pH di atas titik isoelektrik, protein akan bermuatan negatif. Sebaliknya bila pH berada di bawah titik isoelektrik, protein akan bermuatan positif.

Protein dapat diendapkan pada pH sekitar 4,7, karena stabilitas protein mulai terganggu pada pH 5,3. Dalam kondisi ini dispersi tidak lagi stabil sehingga protein terkoagulasi. Untuk menurunkan pH larutan ekstrak kecipir yang pada umumnya berkisar 6,5-6,7 menjadi 4,7 diperlukan asam. Setiap jenis asam dapat digunakan untuk membuat protein asam, asalkan asam tersebut cukup kuat untuk membuat pH larutan protein menjadi 4,7. Asam yang digunakan bisa bermacam-macam antara lain: asam klorida, asam sulfat, asam laktat maupun asam asetat.

#### Enzim

Enzim adalah suatu katalisator biologis yang dihasilkan oleh sel-sel hidup dan dapat membantu dalam mempercepat bermacam-macam reaksi biokimia. Enzim yang terdapat dalam makanan dapat berasal dari bahan mentahnya atau mikroorganisme yang terdapat pada makanan tersebut. Bahan makanan seperti: daging, ikan, susu, buah-buahan, dan biji-bijian mengandung enzim tertentu secara normal ikut aktif bekerja di dalam bahan tersebut. Enzim dapat menyebabkan perubahan dalam bahan pangan. Perubahan itu dapat menguntungkan dan dapat dikembangkan semaksimal mungkin, tetapi yang merugikan harus dicegah. Perubahan yang terjadi dapat berupa rasa, warna, bentuk, kalori, dan sifat-sifat lainnya. Reaksi antara enzim dan substrat disajikan pada Gambar 3.

Belakangan ini enzim mulai dipergunakan secara meluas untuk tujuan-tujuan komersial (industri) dengan mempertimbangkan keuntungan-keuntungan yang nyata dibandingkan apabila metode-metode yang dilakukan dengan cara kimiawi maupun fisis. Enzim akan bekerja optimal pada kondisi menengah, misalnya pada suhu moderat dan kisaran pH yang luas. Keuntungan lain adalah bahwa enzim bersifat tidak beracun,



Gambar 3. Reaksi Enzim dan Substrat<sup>[14]</sup>

alami dan segera menjadi tidak aktif apabila reaksi sudah mencapai titik yang dikehendaki. Produksi keju dalam industri susu misalnya menggunakan enzim rennin yang berasal dari bakteri yang terdapat pada hewan. Dalam industri pakan ternak, enzim protease, amilase, lipase, dan fitase berpeluang untuk digunakan dalam produksi pakan babi fase starter. Enzim sudah biasa digunakan dalam pengempukan daging terutama dengan enzim protease, sedangkan enzim yang biasa dipakai dalam pengolahan daging adalah bromelin dari nenas dan papain dari getah buah atau daun pepaya. Sedangkan enzim yang biasanya digunakan untuk mengkoagulasi protein adalah enzim bromelin dan enzim rennin<sup>[14]</sup>.

#### Pemanasan

Proses pemanasan dilakukan selain untuk meningkatkan kelarutan protein kecipir di dalam air juga dapat digunakan sebagai metode koagulasi protein. Suhu pemanasan untuk koagulasi protein adalah berkisar 50-60°C. Jika suhu pemanasan dilakukan secara berlebihan akan menyebabkan kerusakan atau denaturasi protein. Pemanasan tidak boleh kurang daripada 50-60°C, karena jika suhu di bawah 50-60°C koagulan yang dihasilkan akan lunak dan proteinnya akan sulit untuk dipisahkan.

Koagulasi protein akan menyebabkan perubahan struktur protein di mana pada keadaan ketika semua protein sudah menggumpal, maka protein tersebut tidak lagi memiliki struktur sekunder, tersier, dan kuartern<sup>[15]</sup>.

**METODE PENELITIAN**

**Prosedur Penelitian**

Pada penelitian ini dilakukan koagulasi protein dari ekstrak biji kecipir. Sebelum proses koagulasi dilakukan, bahan baku dikeringkan hingga didapatkan kadar air sekitar 10%. Pengeringan ini bertujuan agar bahan baku tidak ditumbuhi jamur atau mikroorganisme yang tidak diinginkan. Setelah proses pengeringan, dilakukan proses penyeragaman ukuran partikel dari biji kecipir menggunakan mortar dan hammer mill, selanjutnya diayak dengan ayakan 40 mesh. Proses leaching dengan pelarut akuades dilakukan pada suhu operasi 60°C dan waktu operasi 1 jam (tiap stage) di mana dalam penelitian ini digunakan 4 buah stage. Terhadap hasil ekstraksi selanjutnya diuji kadar protein dan kadar

lemak<sup>[16]</sup>. Setelah itu, terhadap hasil ekstraksi dilakukan proses koagulasi dengan berbagai suhu: 50, 60, dan 70°C dan variasi dengan tekanan 1 atm, dan vakum selama selang waktu tertentu (1, 2, dan 3 jam). Terhadap hasil pemanasan ekstrak kecipir selanjutnya dilakukan uji kadar protein dan ditentukan massa protein yang terkoagulasi.

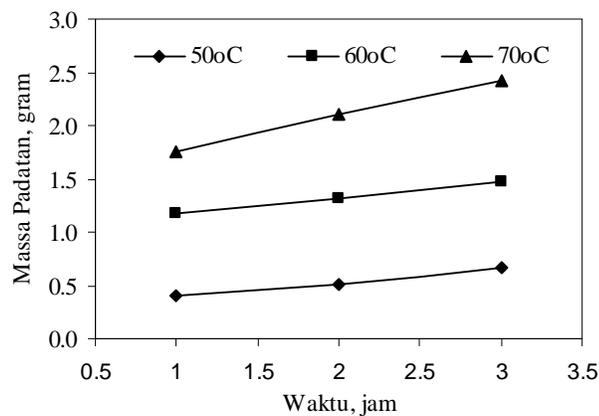
**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

**Pengaruh Suhu Terhadap Massa Padatan Dalam Hasil Koagulasi**

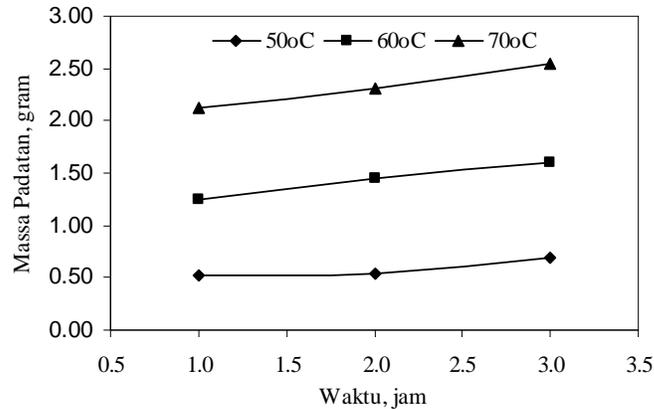
Hubungan antara suhu terhadap massa padatan dalam hasil koagulasi disajikan pada Tabel 5 dan Gambar 4 dan 5 sebagai berikut.

**Tabel 5.** Hubungan Antara Waktu Terhadap Massa Padatan dan Persen Protein Hasil Koagulasi Pada Variasi Suhu dan Tekanan

Suhu (°C)	Waktu (jam)	Tekanan 0,66 Atm			Tekanan 1 atm		
		Massa Padatan (gram)	Persen Protein (%)	Massa Protein (gram)	Massa Padatan (gram)	Persen Protein (%)	Massa Protein (gram)
50	1	0,4008	31	0,1242	0,5256	27	0,1419
	2	0,5076	36	0,1827	0,5412	32	0,1732
	3	0,6612	40	0,2645	0,6864	36	0,2471
60	1	1,1784	44	0,5185	1,2444	33	0,4107
	2	1,3236	48	0,6353	1,4412	40	0,5765
	3	1,4652	52	0,7619	1,6020	45	0,7209
70	1	1,7616	45	0,7927	2,1180	43	0,9107
	2	2,1024	57	1,1984	2,3040	37	0,8525
	3	2,4180	60	1,4508	2,5476	30	0,7643



**Gambar 4.** Hubungan Antara Waktu Terhadap Massa Padatan Hasil Koagulasi Untuk Berbagai Suhu Pada Tekanan 0,66 atm (Vakum)



**Gambar 5.** Hubungan Antara Waktu Terhadap Massa Padatan Hasil Koagulasi Untuk Berbagai Suhu dan Pada Tekanan 1 atm

Pada Gambar 4 disajikan bahwa dengan meningkatnya suhu pemanasan, maka massa padatan yang diperoleh juga meningkat. Hal ini disebabkan dengan meningkatnya suhu, maka energi kinetik dari partikel-partikel juga meningkat, sehingga padatan yang diperoleh lebih banyak. Dengan meningkatnya energi kinetik dari partikel-partikel padatan, maka kemungkinan terjadinya tumbukan antar partikel padatan dengan molekul air meningkat, sehingga muatan dari partikel koloid tersebut akan terlepas dan terserap oleh molekul air membentuk flok-flok. Mekanisme proses koagulasi sebagai berikut; ketika asam amino (asam glutamat) dalam kecipir ini dipanaskan, rantai dari ikatan tersebut mengembang dan pada akhirnya terputus, sehingga ikatan sekunder pada protein tersebut terputus dan terjadilah proses koagulasi<sup>[17]</sup>.

#### **Pengaruh Waktu Terhadap Massa Padatan Dalam Hasil Koagulasi**

Pada Gambar 4 dan 5 disajikan bahwa dengan semakin lama waktu pemanasan dapat meningkatkan massa koagulan padatan. Hal ini disebabkan semakin lamanya waktu pemanasan kemungkinan terjadinya tumbukan semakin lama, sehingga koagulan yang didapatkan semakin banyak.

#### **Pengaruh Tekanan Terhadap Massa Padatan Dalam Hasil Koagulasi**

Dari Gambar 4 dan 5 disajikan bahwa dengan semakin tinggi tekanan, maka massa padatan yang diperoleh juga meningkat. Hal ini disebabkan karena tekanan yang tinggi berperan mendorong kecepatan partikel-partikel bergerak di dalam larutan, sehingga kemungkinan terjadinya tumbukan juga semakin besar.

#### **Pengaruh Suhu Terhadap Persen Protein Dalam Padatan Hasil Koagulasi**

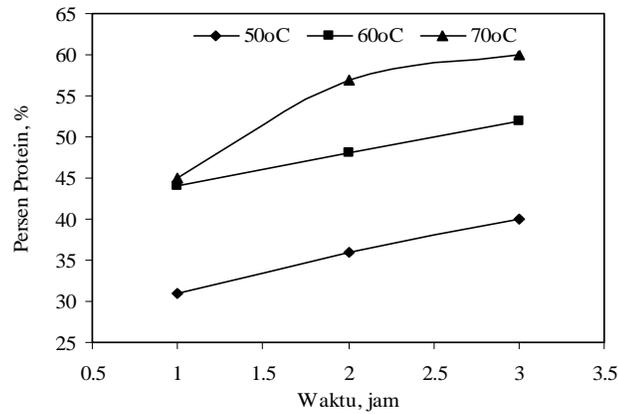
Dari Tabel 5 dan Gambar 6 dan 7 disajikan bahwa dengan semakin tinggi suhu, maka persen protein yang didapat juga semakin tinggi, tetapi pada suhu 70°C tekanan 1 atm persen protein yang didapat cenderung menurun. Hal ini disebabkan pada suhu 70°C dan tekanan 1 atm, molekul protein sudah mengalami denaturasi, sehingga persen protein yang didapat menurun.

#### **Pengaruh Waktu Terhadap Persen Protein Dalam Padatan Hasil Koagulasi**

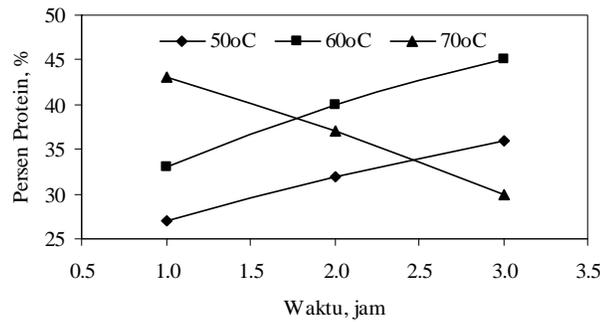
Dengan bertambahnya waktu pemanasan, persen protein yang didapat semakin tinggi. Hal ini disebabkan waktu untuk terjadinya proses penggabungan senyawa protein itu semakin lama, sehingga persen protein yang didapatkan juga semakin tinggi. Sedangkan pada suhu 70°C dan tekanan 1 atm dapat dilihat bahwa dengan semakin lama waktu pemanasan, persen protein yang didapat menurun. Hal ini disebabkan pada suhu 70°C protein telah mengalami kerusakan atau denaturasi, sehingga dengan semakin bertambahnya waktu, maka persen protein yang didapat justru semakin sedikit.

#### **Pengaruh Tekanan Terhadap Persen Protein Dalam Padatan Hasil Koagulasi**

Dari Tabel 5 dan Gambar 6 dan 7 disajikan bahwa, pada tekanan vakum (0,66 atm) persen protein yang didapat semakin tinggi, hal ini disebabkan karena pada tekanan yang tinggi ikatan pada protein lebih sukar terpisah, karena adanya tekanan dari segala arah yang menekan protein tersebut. Akan tetapi pada tekanan rendah (0,66 atm) persen protein



**Gambar 6.** Hubungan Antara Waktu Terhadap Persen Protein Untuk Berbagai Suhu Pada Tekanan 0,66 atm



**Gambar 7.** Hubungan Antara Waktu Terhadap Persen Protein Untuk Berbagai Suhu Pada Tekanan 1 atm

tersebut berkurang, seiring dengan adanya pemanasan, rantai ikatan pada protein tersebut lebih mudah terputus, sehingga pada tekanan 0,66 atm (vakum) persen protein yang didapat semakin meningkat.

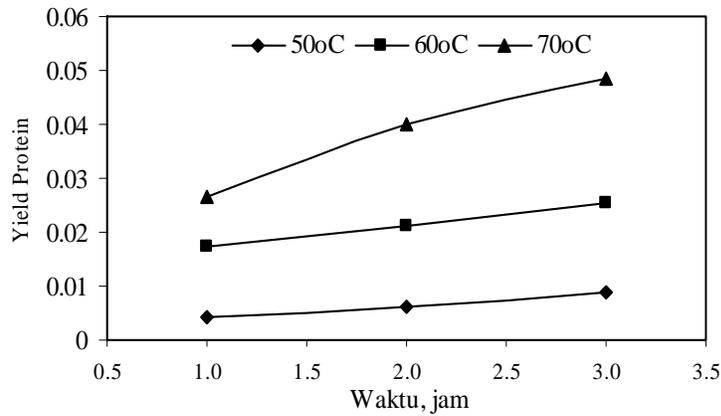
#### Pengaruh Waktu Terhadap Yield Protein Dalam Padatan Hasil Koagulasi

*Yield* merupakan perbandingan antara massa protein dalam padatan hasil koagulasi dan massa serbuk biji kecipir mula-mula. Hubungan antara waktu terhadap *yield* protein

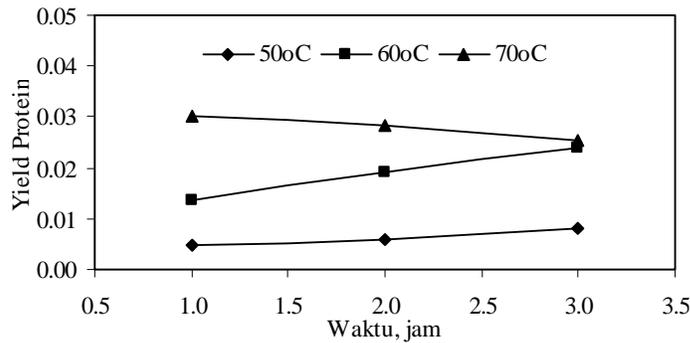
dalam padatan hasil koagulasi untuk berbagai suhu dan tekanan disajikan pada Tabel 6 dan Gambar 8 dan 9. Besarnya *yield* protein dalam padatan hasil koagulasi mengikuti besarnya massa protein dalam padatan tersebut. Dari Tabel 6 dan Gambar 8 dan 9, terlihat bahwa *yield* protein dalam padatan hasil koagulasi juga semakin besar dengan semakin tingginya suhu operasi dan semakin lamanya waktu operasi. Namun *yield* menurun pada suhu 70°C dan tekanan 1 atm.

**Tabel 6.** Hubungan Antara Waktu Terhadap *Yield* Protein Untuk Berbagai Suhu dan Tekanan

Suhu (°C)	Waktu (jam)	Tekanan 0,66 atm		Tekanan 1 atm	
		Yield Protein, (gram protein/gram biji kecipir)	Massa Protein (gram)	Yield Protein, (gram protein/gram biji kecipir)	Massa Protein (gram)
50	1	0,0042	0,1242	0,0047	0,1419
	2	0,0061	0,1827	0,0058	0,1732
	3	0,0088	0,2645	0,0082	0,2471
60	1	0,0173	0,5185	0,0137	0,4107
	2	0,0212	0,6353	0,0192	0,5765
	3	0,0254	0,7619	0,0240	0,7209
70	1	0,0264	0,7927	0,0303	0,9107
	2	0,0399	1,1984	0,0284	0,8525
	3	0,0484	1,4508	0,0255	0,7643



**Gambar 8.** Hubungan Antara Waktu Terhadap *Yield Protein* Untuk Berbagai Suhu Pada Tekanan 0,66 atm



**Gambar 9.** Hubungan Antara Waktu Terhadap *Yield Protein* Untuk Berbagai Suhu Pada Tekanan 1 atm

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dengan semakin meningkatnya suhu, maka *yield* protein yang didapat juga semakin tinggi, akan tetapi pada suhu 70°C dan tekanan 1 atm, *yield* protein yang didapat justru menurun.
2. Dengan semakin lama waktu pemanasan, maka *yield* protein yang didapat juga semakin tinggi.
3. Dengan semakin rendah tekanan yang digunakan, maka *yield* protein yang didapat semakin tinggi.
4. Kondisi optimum untuk koagulasi protein adalah pada suhu 70°C, waktu 3 jam dan pada tekanan vakum (0,66 atm).

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anna, P., *Dasar-dasar Biokimia*, Hlm. 115-116, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta, 1994
- [2] Wikipedia Foundation Inc., *Kecipir*, <http://id.wikipedia.org/wiki/Kecipir>, Diakses 14 Agustus 2009
- [3] Rizal, H, *Kecipir Indah Dengan Segudang Manfaat*, *Tabloid Nova*,

<http://www.tabloidnova.com/article.asp?id=5042>, Diakses 19 Agustus 2009

- [4] Faduli, B, Sembuh Dengan Kecipir, *Tabloid Nova*, Edisi 11 Agustus 2006, <http://www.tabloidnova.com/articles.asp?id=5042&no=2>, Diakses 20 Agustus 2009
- [5] Binaraga, Forum., *Topik ASP 2007* [http://www.binaraga.info/forum/topic.asp?TOPIC\\_ID=40](http://www.binaraga.info/forum/topic.asp?TOPIC_ID=40), Diakses 20 Agustus 2009
- [6] Anonim, *Winged Bean Recipes*, <http://www.echotech.org/mambo/images/DocMan/wingedbe.pdf> winged bean recipes, Diakses 26 Nopember 2009
- [7] Winarno, F. G., *Kimia Pangan dan Gizi*, Hlm. 50-83, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1986
- [8] Maesan, V.D.L.J.G. dan Somaatmadja, (Penerjemah: Danimihardjam, S. ), *Proses Sumber Daya Nabati Asia Tenggara: Kacang-kacangan*, Jilid 1, Hlm. 1-3, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1993
- [9] Geankoplis, C. J., *Transport Processes And Unit Operations*, Edisi Ketiga, Hlm.723, Prentice-Hall India Publisher, New Delhi, 1997
- [10] Richard, R.G., Setiyadi, Ira I, dan Linda W., "Koefisien Perpindahan Massa pada Proses Ekstraksi Kopi", *Prosiding*

- Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses 2001*, Hlm. A-1-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2001
- [11] Purwaka dan Agus, "Ekstraksi Protein dari Biji Turi", Laporan Penelitian, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 1992
- [12] Kirk, R. E. dan Othmer, D. F., 1951, *Encyclopedia of Chemical Technology*, Vol. 1, Hlm. 226-248, The Interscience Encyclopedia Inc., New York, 1951
- [13] Veronika dan Liza, "Ekstraksi Protein dari Biji Lamtoro Gung dengan Larutan HCl dan  $K_3PO_4$ ", Laporan Penelitian, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Katolik Widya Mandala, Surabaya, 1995
- [14] Suria, S., *Aplikasi Enzim Dalam Pakan Unggas*, <http://images.google.co.id/imgres?imgurl, =http://suharjawanasuria.tripod.com/enzyme.jpg&imgrefurl>, Diakses 23 Agustus 2009
- [15] Luthana, Y. K., *Perubahan Sifat Fisik Kimiawi Protein dan Lemak Selama Pengolahan*, <http://yongkikastanyaluthana.wordpress.com/>, Diakses 31 Januari 2009
- [16] Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*; Penerbit Liberty Yogyakarta, 2007
- [17] Rodwel, W. V., 2003, *Biokimia Harper*, Hlm. 25-56, Penerbit EGC, Jakarta, 2003