
BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan dua per tiga wilayahnya berupa perairan. Dengan kondisi wilayah seperti ini, dapat dihasilkan produk-produk perairan dalam jumlah yang cukup banyak. Seiring dengan hasil yang cukup banyak ini, maka limbah yang dihasilkan cukup banyak pula dari hasil proses perairan ini. Hal ini dapat membuat kondisi di Indonesia semakin buruk bila mengingat Indonesia merupakan negara yang masih berkembang sehingga belum betul-betul memperhatikan masalah pengolahan limbah industri. Dengan demikian, hampir setiap tahunnya di Indonesia terdapat limbah-limbah dari hasil produksi perairan dalam jumlah yang cukup besar.

Selama ini, produksi udang di Indonesia terus meningkat dengan rata-rata peningkatan 7,4% per tahunnya. Data tahun 2001, potensi udang nasional Indonesia mencapai 633.681 ton. Dengan asumsi laju peningkatan tersebut tetap, maka pada tahun 2010 dapat diperkirakan produksi udang nasional Indonesia sebesar 1.204.784 ton.

Salah satu hasil perairan di Indonesia yang cukup menonjol adalah udang. Udang merupakan sumber komoditas yang cukup menguntungkan bila dijual di Indonesia dan diekspor ke luar negeri. Saat ini, tujuan ekspor utama dari hasil produksi udang Indonesia adalah Jepang. Berbagai jenis udang telah dibudidayakan di Indonesia sejak dahulu, terutama udang windu yang terkenal karena memiliki struktur yang menarik dan ukuran yang cukup besar untuk

menarik minat konsumen. Salah satu contoh pembudidayaan udang di Indonesia adalah usaha pertambakan.

Dengan banyaknya produksi udang di Indonesia, maka akan banyak pula jumlah limbah udang yang tersisa. Saat ini usaha pemanfaatan limbah udang di Indonesia belum cukup optimal, hanya sebagai bahan baku pakan ternak. Kitin dan turunannya kitosan, merupakan salah satu hasil pengolahan kulit udang yang aplikasinya sangat berguna untuk diterapkan dalam berbagai macam industri. Sekitar 40-45% dari berat total udang segar merupakan limbah berupa kepala dan kulit udang. Sebagai tambahan, udang hasil produksi Indonesia yang diekspor ke luar negeri telah berupa udang beku tanpa kulit dan kepala.

Limbah kepala udang kaya akan protein (50-65% basis berat). Beberapa hal yang mendasari pengolahan limbah udang ini adalah kemudahan dalam proses penguraian dan banyaknya pencemaran lingkungan bila tidak ditangani secara tepat. Biasanya, limbah kepala udang ini akan dikeringkan dan digunakan sebagai sumber makanan ternak untuk memenuhi kebutuhan asam aminonya. Dari berbagai penelitian, didapatkan berbagai macam kegunaan dari limbah udang yang memiliki nilai ekonomi yang lebih tinggi. Salah satunya adalah usaha pemanfaatan kandungan protein yang terdapat pada kepala udang. Protein ini dapat diekstrak dan dihidrolisa untuk berbagai macam aplikasi seperti pada industri makanan bayi, industri suplemen makanan, dan industri pangan lainnya.

Pada umumnya, protein yang tersedia di Indonesia adalah protein yang mudah terdenaturasi karena panas pada suhu sekitar 60°C. Protein yang telah terdenaturasi akan kehilangan fungsionalnya sebagai penyuplai asam amino terbesar pada komposisi makanan. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu protein yang

memiliki daya tahan terhadap panas lebih baik dari protein pada umumnya. Dengan metode *cross-linking*, dapat membuat protein yang telah terhidrolisa menjadi lebih tahan terhadap panas dan mampu meningkatkan fungsionalisasi dari protein tersebut untuk berbagai macam aplikasi pada industri.

I.2 Tinjauan Pustaka

I.2.1 Ekstraksi Protein[1, 2]

Protein adalah golongan besar senyawa organik yang dijumpai dalam semua makhluk hidup. Protein terdiri dari karbon, hidrogen, nitrogen, dan sulfur [3]. Protein memiliki berat molekul yang sangat besar berkisar dari 6000 sampai beberapa juta.

Protein dalam bahan makanan yang dikonsumsi manusia akan diserap oleh usus dalam bentuk asam amino. Asam amino yang merupakan peptida dan molekul-molekul protein kecil dapat juga diserap melalui dinding usus, masuk ke dalam pembuluh darah. Hal semacam inilah yang akan menghasilkan reaksi-reaksi alergi dalam tubuh yang seringkali timbul pada orang yang memakan bahan makanan yang mengandung protein seperti susu, ikan laut, udang, telur dan sebagainya[2, 4].

Ada empat tingkat struktur dasar protein, yaitu struktur primer, sekunder, tersier, dan kuartener. Struktur primer menunjukkan jumlah, jenis dan urutan asam amino dalam molekul protein. Oleh karena ikatan antara asam amino ialah ikatan peptida, maka struktur primer protein juga menunjukkan ikatan peptida yang urutannya diketahui. Untuk mengetahui jenis, jumlah dan urutan asam amino dalam protein dilakukan analisis yang terdiri dari beberapa tahap yaitu[4] :

1. Penentuan jumlah rantai polipeptida yang berdiri sendiri.
2. Pemecahan ikatan antara rantai polipeptida tersebut.
3. Pemecahan masing-masing rantai polipeptida
4. Analisis urutan asam amino pada rantai polipeptida.

Penentuan kadar protein dapat dilakukan dengan berbagai metode bergantung pada jenis sampel dan ketersediaan alat serta bahan (pereaksi). Metode yang umum digunakan adalah metode Kjeldahl, Lowry dan Biuret[5].

Dari segi nutrisi, protein merupakan sumber energi dan asam amino yang penting bagi pertumbuhan dan perawatan. Sedangkan dari segi fungsinya, protein banyak digunakan dalam industri bahan makanan. Dengan banyaknya manfaat yang digunakan dari protein, maka perlu adanya sumber-sumber protein baru. Sumber protein tersebut dapat diperoleh dengan cara mengekstraksi bahan yang memiliki kandungan protein cukup tinggi[1].

Ekstraksi termasuk proses pemisahan dengan prinsip dasar difusivitas. Secara difusi, proses pemisahan terjadi karena adanya perpindahan *solute*, searah dari fase diluen ke fase *solvent*, sebagai akibat adanya beda potensial diantara dua fase yang saling kontak sedemikian sehingga pada suatu saat, sistem berada dalam keseimbangan. Secara garis besar, proses pemisahan secara ekstraksi terdiri dari tiga langkah dasar, yaitu :

1. Langkah pencampuran, dengan menambahkan sejumlah massa *solvent* sebagai tenaga pemisah.
2. Langkah pembentukan fase kedua atau fasa ekstrak yang diikuti dengan pembentukan keseimbangan
3. Langkah pemisahan kedua fasa seimbang

Sebagai tenaga pemisah, *solvent* harus dipilih sedemikian hingga kelarutannya dengan diluen adalah terbatas atau bahkan sama sekali tidak melarutkan.

I.2.2 Protein Terfungsionalisasi[6]

Terfungsionalisasi merupakan metode untuk meningkatkan kinerja dari suatu zat atau senyawa hingga dapat berfungsi lebih optimum. Pada proses fungsionalisasi protein, rantai protein akan dipotong dan dihubungkan dengan rantai dari bio-polimer yang akan melapisi protein tersebut sehingga menjadi lebih tahan terhadap panas. Metode penghubungan inilah yang disebut dengan *cross-linking*.

1.3 Bahan baku

1.3.1 Udang

Udang merupakan jenis ikan konsumsi air payau, badan beruas berjumlah 13 (5 ruas kepala dan 8 ruas dada) dan seluruh tubuh ditutupi oleh kerangka luar yang disebut eksoskeleton. Hanya sebagian kecil saja yang terdiri dari udang air tawar, terutama di daerah sekitar sungai besar dan rawa dekat pantai [7].

Udang merupakan salah satu bahan makanan sumber protein hewani yang bermutu tinggi dan merupakan sektor utama untuk diekspor non migas. Permintaan konsumen dunia terhadap udang terus meningkat tiap tahun. Di Indonesia, sebagian besar udang hanya diolah dagingnya untuk dilakukan pembekuan dan diekspor. Namun dalam pengolahan udang tersebut terdapat limbah udang berupa kepala dan kulit udang yang dapat dimanfaatkan untuk

pembuatan tepung udang dan pakan ternak [8]. Selain itu, limbah berupa kepala juga dapat dimanfaatkan untuk hidrolisat protein karena dalam kepala udang memiliki kandungan protein sebesar 50 – 65 %. [3, 5, 9]

1.3.2 Natrium sulphite[10, 11]

Natrium sulphite merupakan kristal atau bubuk putih yang mudah terlarut dalam air. Senyawa ini berasal dari sulfur dioksida dan Natrium karbonat atau yang lebih dikenal sebagai soda kaustik. Senyawa ini merupakan agen pengreduksi yang kuat dan bereaksi dengan senyawa-senyawa lain yang bersifat oksida. Aplikasi dari senyawa ini dapat dijumpai paling sering pada industri pulp dan kertas. Natrium sulphite ini juga dapat digunakan untuk memurnikan ataupun mengisolasi senyawa-senyawa dari gugus aldehida dan keton.

Berikut ini merupakan spesifikasi dari Natrium sulphite jika digunakan pada aplikasi pangan.

Tabel I. 1 Spesifikasi *Natrium Sulphite*[11]

Appearance	White crystalline powder
Na ₂ SO ₃	98.0% min
SO ₂	50.0% min
Iron	5 ppm max
Arsenic	0.5 ppm max
Heavy Metals	10 ppm max
pH	9.5 – 10.5

1.3.3 Tris Buffer [12, 13]

Tris merupakan larutan buffer yang paling sering digunakan pada penelitian biologis. Salah satu aplikasi dari Tris buffer yang paling penting adalah penggunaannya sebagai elektroforesis buffer untuk polyacrylamide dan gel agarose elektroforesis. Tris buffer sebaiknya tidak digunakan pada pH dibawah

7,2 maupun diatas 9,0. Besarnya pH dari Tris buffer sangat bergantung pada suhu. Oleh karena itu, Tris buffer harus disiapkan pada suhu penggunaannya. Tris buffer tidak bersifat hidroskopis, mudah terlarut dalam air dan tersedia pada tingkat kemurnian yang tinggi. Tris buffer tidak mengendapkan garam kalsium, stabil dalam larutan pada suhu ruangan selama sebulan, dan tidak terlihat menghalangi kinerja dari berbagai macam enzim.

Tabel I.2 Karakteristik Fisika dan Kimia Tris Buffer[12]

	<i>Physical/Chemical Characteristics</i>
Rumus molekul	$C_4H_{11}NO_3$
Bentuk	white crystal powder
Bau	Sedikit berbau
Berat molekul	121.14 gram/mol
Titik leleh	168-171.5°C
Titik didih	219 - 220C
pH	10.4 (0.1 molar solution)

1.3.4 Enzim Protease [14]

Enzim terdiri dari satu atau lebih gugus polipeptida (protein) yang berfungsi sebagai katalis (senyawa yang mempercepat proses reaksi tanpa habis bereaksi) dalam suatu reaksi kimia. Enzim bekerja dengan cara menempel pada permukaan molekul zat-zat yang bereaksi sehingga dapat mempercepat proses reaksi. Percepatan terjadi karena enzim menurunkan energi pengaktifan yang akan mempermudah terjadinya reaksi tanpa mempengaruhi kesetimbangan kimia.

Enzim dapat diproduksi dari sel hewan, tumbuhan, jamur dan bakteri. Produksi enzim menggunakan mikroba lebih sering dilakukan karena mempunyai beberapa keunggulan antara lain dapat diproduksi dalam jumlah besar,

produktivitasnya mudah ditingkatkan, mutunya lebih seragam dan harganya murah.

Enzim memiliki beberapa sifat [15] yaitu :

1. Enzim adalah protein, karenanya enzim bersifat thermolabil, membutuhkan pH dan suhu yang tepat
2. Enzim bekerja secara spesifik, dimana satu enzim hanya bekerja pada satu substrat.
3. Enzim berfungsi sebagai katalis, yaitu mempercepat terjadinya reaksi kimia tanpa mengubah kesetimbangan reaksi.
4. Enzim hanya diperlukan dalam jumlah sedikit.
5. Enzim dapat bekerja secara bolak-balik.
6. Kerja enzim dipengaruhi oleh lingkungan, seperti oleh suhu, pH, konsentrasi, dan lain-lain.
7. Enzim tidak ikut bereaksi dengan substrat ataupun produknya.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kerja enzim [15] antara lain :

1. Suhu

Semakin tinggi suhu, maka kerja enzim juga akan meningkat. Tetapi enzim juga memiliki batas maksimalnya. Untuk hewan misalnya, batas tertinggi suhu adalah 40°C. Bila suhu di atas 40°C, enzim tersebut akan menjadi rusak. Sedangkan untuk tumbuhan batas tertinggi suhunya adalah 25°C.

2. Tingkat keasaman (pH)

Enzim dapat bekerja secara optimal pada kondisi asam maupun basa bergantung pada jenis enzim.

3. Aktivator dan inhibitor

Aktivator merupakan zat yang memicu kerja enzim dan inhibitor merupakan zat yang menghambat kerja enzim.

4. Konsentrasi enzim dan substrat

Semakin tinggi konsentrasi enzim dan substrat maka semakin meningkat pula kerja enzim dan akan mencapai titik maksimal pada konsentrasi tertentu.

Protease atau enzim proteolitik adalah enzim yang memiliki daya katalitik yang spesifik dan efisien terhadap ikatan peptida dari suatu molekul polipeptida atau protein. Protease dapat diisolasi dari tumbuhan (papain dan bromelin), hewan (tripsin, kimotripsin, pepsin, dan renin), mikroorganisme seperti bakteri, kapang, virus, dan cacing parasitik seperti cestoda, trematoda, dan nematoda. Enzim protease memerlukan substrat protein untuk aktivitas hidrolitiknya.

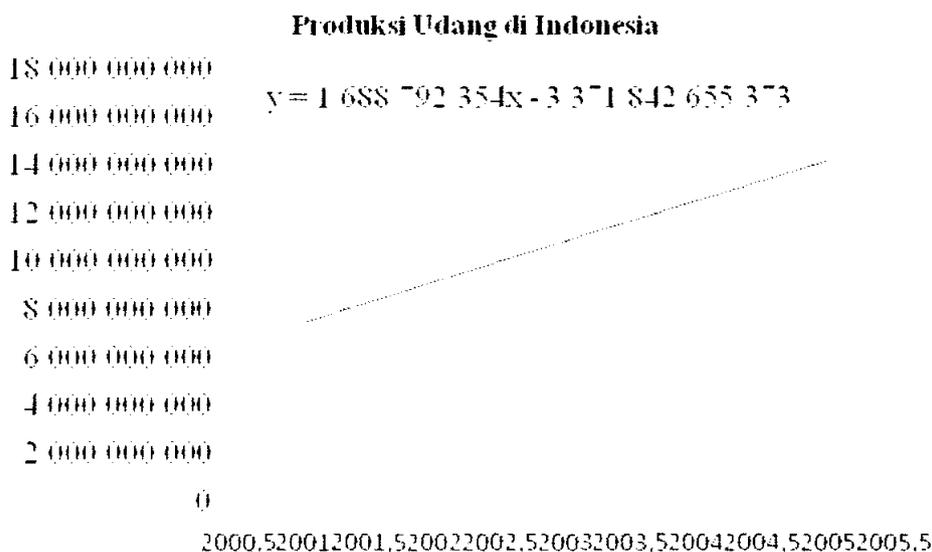
1.4 Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi dari pabrik ekstraksi protein dari kepala udang ini adalah 202,64 ton per tahun. Beberapa hal yang mendasari pemilihan kapasitas produksi ini adalah :

- Berdasarkan data-data dari Badan Pusat Statistik (BPS), Data jumlah produksi udang di Indonesia dari tahun 2001-2005 adalah :

Tabel I.3 Tabel Jumlah produksi udang di Indonesia

Tahun	Jumlah produksi (kg)
2001	8,402,801,465
2002	8,200,142,944
2003	11,145,114,641
2004	10,694,513,396
2005	15,599,578,010



Grafik I.1 Produksi udang di Indonesia

Berdasarkan data dari BPS, peningkatan jumlah produksi udang dapat digunakan metode linearisasi $y = ax + b$ dimana x adalah tahun produksi dan y adalah jumlah produksi udang maka didapatkan persamaan :

$$y = 1,688,792,354x - 3,371,842,655,371$$

Dari persamaan di atas dapat diperkirakan jumlah produksi udang di Indonesia pada tahun 2010 adalah 22.629.976.569 kg.

- Dari data yang diperoleh wilayah Jawa Timur terdapat 36 % dari total udang yang ada di Indonesia sehingga di Jawa Timur memiliki jumlah produksi udang sekitar 8.146.791.565 kg.
- Wilayah Jawa Timur dengan jumlah produksi terbanyak adalah daerah Sidoarjo. Produksi udang mencapai sekitar 38.600.000 kg pada tahun 2009 dan diperkirakan akan mencapai 54.409.143 kg pada tahun 2010.
- Jumlah kepala udang sebesar 35% dari total keseluruhan udang untuk daerah Sidoarjo pada tahun 2010 didapatkan jumlah kepala udang sebesar 19.043.200 kg.
- Dari jumlah kepala udang tersebut diambil kurang lebih 20% dari total kepala udang yang ada di Sidoarjo sekitar 3.808.640 kg = 3.808,64 ton per tahun.
- Kandungan protein dalam kepala udang sekitar 34% dari jumlah kepala udang = $34\% \times 3.808,64 \text{ ton} = 1.294,94 \text{ ton}$ per tahun.
- Yield protein yang didapat sebesar 62% dari jumlah protein dalam kepala udang sehingga produksi protein terhidrolisa yang dihasilkan tiap tahun dengan yield protein sebesar = $62\% \times 1.294,94 \text{ ton per tahun} = 802,86 \text{ ton per tahun} \approx 803 \text{ ton per tahun}$. [5]
- Kapasitas produksi protein terfungsionalisasi = $25\% \times 802,86 \text{ ton per tahun} = 202,64 \text{ ton per tahun}$.