

**PENGOLAHAN LIMBAH UDANG WINDU SECARA  
KIMIAWI DENGAN NaOH DAN H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> TERHADAP  
PROTEIN DAN MINERAL TERLARUT**

**MAKALAH ILMIAH**

Oleh:

A b u n



**JURUSAN NUTRISI DAN MAKANAN TERNAK  
FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS PADJADJARAN  
JATINANGOR 2009**

## KATA PENGANTAR

**Assalamu'alaikum, wr.wb.**

Puji syukur penulis panjatkan ke Hadirat Allah Swt, karena atas Rahmat-Nya makalah ini dapat diselesaikan. Judul makalah ini adalah "Pengolahan Limbah Udara Windu secara Kimiawi dengan NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> terhadap Protein dan Mineral Terlarut".

Makalah ini dibuat sebagai salah satu landasan ilmiah dalam bidang teknologi pakan serta sebagai pedoman dalam Mata Kuliah "Teknologi Pakan", dimana didalamnya membahas tentang teknologi pengolahan limbah udara windu secara kimiawi dengan menggunakan NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dalam rangka meningkatkan kualitas bahan pakan, serta penyediaan pakan alternatif.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, yang telah memberikan kepercayaan untuk melakukan penulisan makalah ilmiah ini.
2. Kepala Laboratorium Nutrisi Ternak Unggas Non Ruminansia dan Industri Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, Jatinangor, yang telah memberikan fasilitas dan bimbingannya dalam penulisannya.
3. Semua pihak yang telah membantu terlaksananya makalah ini.

Akhirnya penulis berharap makalah ini bermanfaat bagi berbagai pihak yang memerlukannya.

Jatinangor, Ferbruari 2009

Penulis,

## DAFTAR ISI

BAB	Halaman
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
DAFTAR TABEL .....	iv
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Identifikasi Masalah .....	3
1.3. Maksud dan Tujuan .....	3
1.4. Kegunaan Penelitian .....	3
II. KEPUSTAKAAN .....	4
2.1. Deskripsi Limbah udang dan Pemanfaatannya sebagai Pakan Ternak.....	4
2.2. Deskripsi Protein dan Mineral. ....	5
2.3. Deskripsi deproteinasi dan Demineralisasi.....	7
2.4. Kitin dalam Limbah Udang.....	8
2.5. Peningkatan Kualitas Limbah Udng dengan Proses Pengolahan Secara Kimiawi.....	11
III. METODE PENELITIAN .....	14
3.1. Bahan Penelitian .....	14
3.2. Alat Penelitian....	14
3.3. Metode Penelitian.....	15
3.4. Peubah yang Diamati .....	15
3.5. Rancangan Percobaan .....	16
3.6. Analisis Statistik .....	16

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	17
4.1. Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Protein Terlarut .....	17
4.2. Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan kalsium Terlarut .....	20
4.3. Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Fosfor Terlarut .....	22
V. KESIMPULAN DAN SARAN .....	26
5.1. Kesimpulan .....	26
5.2. Saran .....	26
DAFTAR PUSTAKA .....	27

## DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1.	Rataan Kandungan Protein Terlarut dari Masing-masing Perlakuan....	17
2.	Uji Tukey Pengaruh Dosis terhadap Kandungan Protein Terlarut.....	18
3.	Uji Tukey Pengaruh Waktu daam Dosis 2 terhadap Kandungan Protein Terlarut.....	20
4.	Rataan Kandungan Kalsium Terlarut dari Masing-masing Perlakuan...	21
5.	Rataan Kandungan Fosfor Terlarut dari Masing-masing Perlakuan...	22
6.	Uji Tukey Pengaruh Dosis terhadap Kandungan Fosfor Terlarut.....	23
7.	Uji Tukey Pengaruh Waktu dalam Dosis 2 terhadap Kandungan Fosfor Terlarut.....	24

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Salah satu faktor penting yang mendukung pengembangan usaha ternak adalah pakan. Menurut beberapa ahli peternakan, keperluan untuk pakan bisa mencapai 60-70% dari seluruh biaya produksi. Keadaan tersebut mendorong para ahli untuk berusaha menekan biaya ransum dengan mengadakan berbagai penelitian agar dapat menyusun ransum bernilai gizi tinggi dengan harga relatif murah. Salah satu upayanya adalah dengan menggunakan bahan pakan asal limbah pertanian, perikanan dan industri. Salah satu limbah perikanan yang berpotensi untuk digunakan sebagai bahan pakan adalah limbah udang karena ketersediaannya melimpah dan penggunaannya tidak bersaing dengan keperluan manusia, walaupun sudah dimanfaatkan untuk pembuatan kerupuk udang, petis dan terasi.

Menurut Badan Pusat Statistik (Anonim, 2004), pada tahun 2001 produksinya mencapai 633.681 ton dan tercatat bahwa produksi udang Indonesia rata-rata meningkat sebesar 7,4% per tahun. Dengan asumsi laju peningkatan produksi tetap pada tahun 2006 potensi udang diperkirakan sebesar 905.506 ton, dari jumlah tersebut dihasilkan limbah sekitar 60-70% dari berat udang, yaitu sekitar 588.579 ton.

Limbah udang pada umumnya berasal dari industri pengalengan dan pembekuan udang, biasanya terdiri dari kepala, kulit serta ekor yang masih banyak mengandung protein, kalsium karbonat, khitin, pigmen dan abu. Limbah udang memiliki kendala dalam penggunaannya yaitu terdapatnya khitin yang menyebabkan protein dan mineral yang terkandung di dalamnya terikat kuat sehingga sulit dicerna oleh enzim pencernaan

ternak unggas. Khitin merupakan senyawa biopolimer berantai panjang dan tidak bercabang, yang tersusun dari unit monomer N-asetil-D-Glukosamin yang terpaut melalui ikatan  $\beta$  (1,4) glukosa. Khitin merupakan makromolekul berbentuk padatan amorf dan dapat terurai melalui proses kimiawi.

Salah satu cara untuk mendegradasi ikatan khitin-protein-mineral dari limbah udang dapat dilakukan secara kimiawi yaitu dengan larutan basa dan asam. Larutan basa dan asam yang digunakan adalah larutan basa kuat dan asam kuat seperti NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Proses kimiawi secara deproteinasi-demineralisasi atau sebaliknya yang dilakukan pada suhu tertentu dapat memutuskan ikatan kovalen khitin-protein-mineral, sehingga protein dan mineral dapat terlarut, menghasilkan produk larutan protein-mineral.

Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap kualitas produk cair dari ekstraksi khitin adalah tahapan proses, yaitu tahapan deproteinasi-demineralisasi atau sebaliknya, dan kondisi proses dari setiap tahapan tersebut. Kondisi proses antara lain: lama proses pengolahan, suhu, konsentrasi zat kimia dan pH. Penelitian tentang proses ekstraksi khitin secara kimiawi telah banyak dilakukan dan manfaatnya telah diketahui. Namun informasi tentang pengaruh tingkatan dosis dan waktu dalam proses deproteinasi dan demineralisasi terhadap jumlah kandungan protein dan mineral terlarut dari hasil pengolahan limbah udang secara kimiawi masih kurang.

Berdasarkan uraian tersebut, dilakukan penelitian dengan judul “Pengolahan Limbah Udang Windu secara Kimiawi dengan NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> terhadap Protein dan Mineral Terlarut”.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

- a) Berapa besar pengaruh dosis dan waktu terhadap protein dan mineral (Ca dan P) terlarut limbah udang Windu pada proses deproteinasi oleh NaOH dan demineralisasi oleh H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
- b) Berapa besar dosis dan waktu yang optimal untuk mendapatkan protein dan mineral (Ca dan P) terlarut limbah udang Windu pada proses deproteinasi oleh NaOH dan demineralisasi oleh H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

## **1.3 Maksud dan Tujuan**

- a) Mengetahui pengaruh dosis dan waktu terhadap protein dan mineral (Ca dan P) terlarut limbah udang Windu pada proses deproteinasi oleh NaOH dan demineralisasi oleh H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
- b) Mendapatkan dosis dan waktu yang optimal terhadap protein dan mineral (Ca dan P) terlarut limbah udang Windu pada proses deproteinasi oleh NaOH dan demineralisasi oleh H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

## **1.4 Kegunaan Penelitian**

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi dan sumbangan pemikiran dalam usaha pemecahan masalah penyediaan bahan pakan ternak yang penggunaannya tidak bersaing dengan kebutuhan manusia. Selanjutnya hasil penelitian dapat dijadikan landasan informasi bagi semua pihak yang terkait dalam upaya pengolahan limbah udang melalui proses kimiawi.

## **BAB II**

### **KEPUSTAKAAN**

#### **2.1. Deskripsi Limbah Udang dan Pemanfaatannya sebagai Pakan Ternak**

Udang sebagai salah satu komoditi ekspor terbagi atas tiga macam, yaitu (1) produk yang terdiri dari bagian badan dan kepala secara utuh, (2) badan tanpa kepala dan (3) dagingnya saja. Pengolahan produksi udang berdasarkan ketiga macam produk tersebut, menyebabkan terdapat bagian-bagian udang yang terbuang seperti kepala, ekor dan kulitnya. Bagian tersebut merupakan limbah industri pengolahan udang beku yang disebut limbah udang (Mudjiman, 1986).

Limbah udang ini dapat diperoleh dari industri pengolahan udang beku dan industri kerupuk udang (Raharjo, 1983). Limbah udang tersebut pada umumnya terdiri dari bagian kepala, kulit ekor dan udang kecil-kecil disamping sedikit daging udang (Parakkasi, 1983; Raharjo, 1985). Berat limbah udang ini mencapai 30-40% berat udang (Atmosumarsono, 1974), sedangkan menurut Moeljanto (1984), berat limbah udang ini dapat mencapai 30-70 persen.

Pemanfaatan limbah udang sebagai pakan ternak berdasarkan pada dua hal, yaitu jumlah dan mutunya. Seiring dengan maraknya ekspor udang beku ke beberapa negara, seperti Jepang, Taiwan, Amerika Serikat maka limbah yang dihasilkan akan bertambah pula. Potensi limbah udang sebagai pakan ternak penggunaannya dibatasi oleh adanya khitin, sehingga apabila limbah udang diberikan secara langsung sulit dicerna oleh ternak.

## 2.2. Deskripsi Protein dan Mineral

Protein adalah senyawa organik kompleks yang mempunyai berat molekul tinggi. Seperti halnya karbohidrat dan lipida, protein mengandung unsur-unsur karbon, hidrogen dan oksigen, tetapi sebagai tambahannya, semua protein mengandung nitrogen. Kebanyakan protein mengandung sulfur dan beberapa protein mengandung fosfor (Tillman dkk., 1991).

Protein merupakan polimer panjang yang tersusun atas asam-asam amino. Suatu protein bisa mengandung sampai 20 macam asam-asam amino yang berbeda. Beberapa asam amino tersebut ada yang tidak dapat disintesa oleh tubuh unggas atau dalam jumlah tertentu dapat disintesa namun tidak mampu menunjang pertumbuhan yang maksimum. Asam-asam amino tersebut digolongkan kedalam asam-asam amino esensial, sedangkan asam amino non esensial dapat disintesa (Wahju, 1992).

Protein merupakan zat gizi yang amat penting, karena paling erat hubungannya dengan proses-proses kehidupan. Protein adalah sumber asam amino yang memiliki unsur-unsur C, H, O dan N yang tidak memiliki lemak atau karbohidrat. Fungsi utama protein adalah membentuk jaringan baru dan mempertahankan jaringan yang telah ada, karena protein merupakan materi penyusun dasar dari semua jaringan tubuh yang dibentuk (Winarno, 1990; Anggorodi, 1994). Berdasarkan daya larut dan sifat kimianya, protein dibagi menjadi tiga golongan yaitu protein globular (albumin, globulin, histon), protein fibrosa (kolagen, elastin, keratin, khitin) dan protein gabungan (nukleoprotein, lipoprotein, glikoprotein, mukoprotein, kromoprotein, hemoglobin, fosfoprotein) (Tillman dkk., 1991; Anggorodi, 1994).

Semua protein bersifat koloidal dan daya larutnya dalam air berbeda, berkisar dari tidak larutnya keratin sampai larutnya albumin. Protein-protein yang larut dapat diendapkan dari larutan dengan penambahan garam seperti NaCl, dan prosesnya disebut *salting out* (penggaraman untuk mengeluarkan). Asam-asam amino dalam ikatan peptida tidak tanggap terhadap reaksi asam-basa. Namun, terdapat beberapa gugus amino dan karboksil bebas dalam sistem protein, sehingga protein bersifat amphoterik. Tiap sistem protein mempunyai titik isoelektrik karakteristik dan tiap protein dapat bertindak sebagai buffer. Semua protein dapat mengalami denaturasi dengan berbagai jalan dan sebagai contohnya adalah koagulasi protein oleh pemanasan misalnya: putih telur. Banyak zat penyebab denaturasi selain panas, yaitu asam kuat, basa kuat, alkohol, aseton, urea, garam-garam logam berat (Tillman dkk., 1991).

Mineral adalah unsur-unsur yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah yang relatif kecil yaitu sekitar 3-5% dari tubuh. Zat-zat mineral diperlukan untuk pembentukan kerangka tubuh, sebagai bagian hormon atau sebagai aktivator enzim, dan untuk memelihara homeostasis seperti hubungan osmotik yang diperlukan dan pH optimum di seluruh bagian tubuh. Kalsium dan fosfor merupakan mineral makro bagi ternak, karena dibutuhkan dalam jumlah besar untuk pembentukan dan pemeliharaan struktur kerangka tubuh (Anggorodi, 1994).

Setiap mineral mempunyai fungsi fisiologi masing-masing, namun secara umum mineral-mineral tersebut berfungsi sebagai berikut: (1) sebagai bahan pembentuk tulang dan gigi yang menyebabkan adanya jaringan yang keras dan kuat, (2) mempertahankan keadaan koloidal dari beberapa senyawa dalam tubuh, (3) memelihara keseimbangan

asam-basa dalam tubuh, (4) sebagai aktivator sistem enzim tertentu, (5) sebagai komponen dari suatu enzim dan (6) mineral mempunyai sifat yang khas terhadap kepekaan otot dan syaraf (Tillman dkk., 1991).

Kalsium merupakan unsur kelima terbanyak dalam tubuh dan merupakan kation yang terbanyak. Kalsium di dalam tulang bersama-sama dengan fosfor dengan imbangannya kira-kira 2:1. Kalsium juga esensial untuk pembekuan darah, diperlukan bersama-sama kalium dan natrium untuk denyut jantung yang normal dan ada sangkut pautnya dengan pemeliharaan asam-basa (Tillman dkk., 1991; Anggorodi, 1994).

Fosfor adalah salah satu unsur yang paling penting diantara mineral dalam fungsinya untuk metabolisme. Jumlah fosfor dalam tubuh lebih sedikit daripada kalsium, tetapi kedua unsur tersebut berhubungan erat satu sama lain. Hanya 20% dari fosfor terdapat diluar tulang dan gigi dan berfungsi macam-macam. Selain fungsinya dalam pembentukan, fosfor mempunyai fungsi yang penting dalam metabolisme karbohidrat dan lemak. Zat tersebut masuk ke dalam komposisi bagian-bagian penting dari semua sel hidup. Garam-garam yang terbentuk darinya memainkan peranan penting dalam pemeliharaan asam-basa (Tillman dkk., 1991; Anggorodi, 1994).

### **2.3. Deskripsi Deproteinasi dan Demineralisasi**

Deproteinasi merupakan suatu proses yang bertujuan untuk menghilangkan atau melarutkan protein semaksimal mungkin dari substrat, biasa dilakukan dengan menggunakan larutan kimia yang bersifat basa (Suryani dkk., 2005; Kurnia, 2006). Larutan basa kuat NaOH merupakan alkali paling efektif dalam meningkatkan

kecernaan limbah pertanian dan industri karena mampu membongkarkan ikatan lignoselulosa menjadi lebih besar sehingga kecernaannya meningkat (Soedjono dkk., 1985). NaOH mampu memperbesar volume partikel bahan (substrat), sehingga ikatan antar komponen menjadi renggang, juga mampu menghidrolisis gugus asetil pada khitin, sehingga khitin akan mengalami deasetilasi dan berubah menjadi khitosan yang menyebabkan kadar khitin berkurang (Suharto, 1984; Winarti, 1992).

Demineralisasi merupakan suatu proses yang bertujuan untuk menghilangkan atau melarutkan mineral semaksimal mungkin dari substrat, biasa dilakukan dengan menggunakan larutan kimia yang bersifat asam. Mineral ini dapat dipisahkan sebelum atau sesudah degradasi protein pada limbah udang. Komponen mineral tersebut dapat dilarutkan dengan penambahan asam encer seperti asam klorida, asam sulfat atau asam laktat (Bastaman, 1989). Larutan asam kuat dapat digunakan untuk melarutkan unsur-unsur mineral seperti Ca, P, Al, Mg, Fe, Na dan K (Anonim, 2000).

#### **2.4. Khitin dalam Limbah Udang**

Tingginya kandungan serat kasar yang berasal dari khitin dan mineral terutama kalsium, yang berikatan erat dalam bentuk ikatan khitin-protein-kalsium karbonat merupakan kendala dalam pemanfaatan limbah udang ini. Kandungan protein yang terikat dalam khitin tersebut bisa mencapai 50-95% dan kalsium karbonatnya sampai 15-30% (Foster dan Webber, 1960; Walton dan Blackwell, 1973). Adanya ikatan khitin-protein-kalsium karbonat yang kuat akan menurunkan daya cerna protein limbah udang ini, sehingga pemanfaatannya belum optimal dibanding dengan potensi nilai gizinya.

Khitin berasal dari bahasa Yunani yang berarti jubah atau penutup. Khitin merupakan polisakarida yang mengandung gula-gula amino yang tersebar pada tanaman tingkat rendah (jamur) dan invertebrata. Khitin merupakan senyawa biopolimer berantai panjang dan tidak bercabang. Tiap rantai polimer pada umumnya terdiri dari 2000 hingga 5000 unit monomer N-asetil-D-Glukosamin (2-acetamido-2-deoksi-D-Glukosa) yang terpaat melalui ikatan  $\beta$  (1,4) glukosa. Unit monomer khitin memiliki rumus molekul  $C_8H_{12}NO_5$  dengan kadar C 47%, H 6%, N 7% dan O 40% (Foster dan Webber, 1960; Walton dan Blackwell, 1973; Bastaman, 1989).

Khitin adalah polisakarida alamiah yang menyebabkan kerasnya kulit *crustaceae* (udang) dan *mollusca* (kerang) serta dinding sel fungi dan alga tertentu. Pada kulit udang khitin terdapat dalam bentuk senyawa kompleks berikatan bersama protein, garam-garam anorganik, kalsium karbonat dan lipid serta pigmen-pigmen (Austin, 1988). Khitin merupakan suatu polisakarida struktural yang mengandung nitrogen dan bergabung dengan protein dan kalsium sebagai bahan dasar pembentuk kerangka luar (eksoskeleton) hewan invertebrata seperti udang (Walton dan Blackwell, 1973). Protein yang terdapat dalam limbah udang sebagian nitrogennya adalah dari nitrogen khitin, yaitu senyawa N-asetil-D-Glukosamin polisakarida yang berikatan erat dengan khitin dan kalsium karbonat pada kulitnya. Eratnya ikatan tersebut menyebabkan daya cernanya menjadi rendah (Parakkasi, 1983; Raharjo, 1985). Tetapi khitin ini tidak bersifat toksik atau racun (Muzzarelli, 1986).

Menurut Watskin (1982), kandungan Nitrogen pada khitin adalah sebesar 6,80%, sedangkan menurut Walton dan Blackwell (1973) kandungan protein pada

ikatan khitin-protein berkisar antara 50-95% dan kandungan kalsiumnya ( $\text{CaCO}_3$ ) sebanyak 75% dari kulit udang. Selanjutnya dikatakan bahwa pemurnian khitin dengan asam encer untuk melarutkan protein. Khitin merupakan zat yang sukar larut dan sangat stabil dalam air, larutan asam encer, basa encer dan pekat, dan alkohol, sehingga isolasi khitin memerlukan metoda yang khusus. Khitin dapat diuraikan dengan asam hidroklorik pekat, asam sulfat pekat dan asam fosfat 78-97% (Foster dan Webber, 1960).

Struktur khitin dan khitosan sama dengan selulosa, yaitu ikatan yang terjadi antara monomernya terangkai dengan glukosida pada posisi  $\beta$  (1,4). Perbedaannya dengan selulosa adalah gugus hidroksil yang terikat pada atom karbon nomor dua pada khitin digantikan oleh gugus asetamina ( $-\text{NHCOCH}_3$ ) sehingga khitin menjadi sebuah polimer berunit N-Asetil-D- Glukosamin sedangkan pada khitosan digantikan oleh gugus amin ( $\text{NH}_2$ ). Khitin dapat dibedakan berdasarkan susunan rantai N-Asetil-Glukosamin yaitu  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , derajat deasetilasi, adanya ikatan silang seperti dengan protein dan glukukan. Khitin dalam tubuh organisme terdapat dalam tiga bentuk kristal dan dibedakan atas susunan rantai molekul yang membangun kristalnya yaitu  $\alpha$  khitin (rantai antiparalel),  $\beta$  khitin (rantai paralel) dan  $\gamma$  khitin (rantai campuran) (Foster dan Webber, 1960; Walton dan Blackwell, 1973; Bastaman, 1989).

## **2.5. Peningkatan Kualitas Limbah Udang dengan Proses Pengolahan secara Kimiawi**

Tujuan pengolahan atau prosesing bahan baku pakan ada beberapa macam, antara lain: (1) mengisolasi zat-zat yang terdapat dalam bahan makanan seperti kasein (protein susu pada kacang kedelai);  $\text{CaCO}_3$ ; vitamin-vitamin; minyak, (2) meningkatkan palatabilitas, seperti dibuat tepung dan difementasi, (3) memperpanjang waktu penyimpanan (pengawetan), (4) mengubah zat-zat makanan (*nutrient make up*) lebih baik seperti dengan cara pemasaan dan fermentasi, (5) mengurangi racun atau anti nutrisi, seperti membuat tepung tapioka atau gaplek (mengurangi kadar HCN), (6) meningkatkan daya cerna, seperti fermentasi, menambah zat kimia dan pemanasan, (7) mengubah ukuran atau bentuk dengan menggiling (Winarno, 1990).

Didalam proses pengolahan limbah industri dan pertanian, untuk dijadikan bahan pakan ternak yang bernilai gizi tinggi diperlukan proses pengolahan dengan cara perlakuan tertentu, diantaranya perendaman dengan bahan kimia, perlakuan tersebut pada gilirannya akan mengurangi kendala-kendala yang terdapat pada limbah tersebut dan dapat meningkatkan nilai gizi, daya cerna dan efisiensi penggunaan limbah tersebut (Patuan dkk., 1986).

Menurut Pope (1969), usaha-usaha untuk meningkatkan kualitas bahan makanan yang berasal dari limbah industri seperti limbah udang dapat dilakukan dengan meningkatkan daya cernanya. Hal ini dapat dilakukan melalui proses pengolahan dengan bahan kimia. Menurut Whittenbury dkk. (1967), perlakuan perendaman dengan bahan kimia mempunyai prinsip bahwa perlakuan dengan bahan kimia dapat menghancurkan atau meregangkan ikatan protein dengan khitin dan kalsium karbonat

pada kulit udang, sehingga akan meningkatkan efektivitas cerna oleh enzim atau mikroorganisme dan pada gilirannya meningkatkan daya cerna limbah tersebut.

Berbicara mengenai khitin yang terdapat pada kulit udang, secara kimia dapat terurai dalam larutan asam klorida pekat, asam format anhidrous atau asam fosfat 78-97%. Asam-asam tersebut akan menghidrolisis ikatan glikosidik dan melepaskan gugus asetilnya sehingga terbentuk 2-amino-2-deoksi-D-glukosa (Foster dan Webber, 1960). Eratnya ikatan khitin dengan zat-zat lain pada kulit udang menyebabkan isolasi khitin membutuhkan perlakuan kimia dan fisik tertentu. Perlakuan perendaman dengan asam atau basa encer yang disertai dengan pemanasan dapat melepaskan atau meregangkan ikatan antara protein dengan khitin dan kalsium karbonat serta bahan organik lainnya pada kulit udang (Lehninger, 1975).

Menurut Johnson dan Peterson (1974), untuk tujuan analisis dan pembuatan hidrolisat protein dari limbah udang secara komersial, maka penggunaan asam lebih menguntungkan. Sama dengan pendapat West dan Todd (1964), bahwa bahan kimia yang umum dipakai untuk menghidrolisis protein adalah HCl dengan konsentrasi 0,6-3N. Ditambahkan pula oleh Krik dan Othmer (1953), keuntungan pemakaian HCl adalah konsentrasi HCl yang dibutuhkan lebih kecil, sebagian HCl atau asam yang tersisa pada bahan makanan dapat dihilangkan dan dinetralkan dengan NaOH yang bersifat basa, sehingga menghasilkan garam yang merupakan *flavouring agent* bagi bahan makanan tersebut.

Penelitian yang dilakukan Susana (1993), bahwa pengolahan limbah udang beku dengan proses hidrolisis dengan larutan HCl 0,6N selama 2024 jam dapat

meningkatkan nitrogen sebesar 0,5-3%. Hasil penelitian Juhairi (1986), mendapatkan bahwa pembuatan tepung dan protein konsentrat dari limbah industri udang beku dengan cara pembuatan hidrolisat protein, dapat meningkatkan kandungan protein kurang lebih 30%. Tepung protein konsentrat ini dapat digunakan untuk campuran makanan ternak sebagai sumber nitrogen untuk pertumbuhan.

Pengolahan limbah udang juga dapat dilakukan dengan cara yang sama seperti pada pengolahan dalam pembuatan tepung bulu unggas. Pada proses tersebut perendaman bulu unggas dilakukan dalam larutan HCl selama 24 jam, kemudian dipanaskan selama 20 menit (metode Reflux) akan meningkatkan kandungan asam aminonya, disamping itu juga meningkatkan daya cerna protein menjadi 70% (Barber dkk., 1965). Hal yang sama dapat dilakukan pada pengolahan limbah udang, karena limbah udang mempunyai struktur khitin seperti zat tanduk pada bulu unggas.

Pengolahan cara lain yang dilakukan Balai Penelitian Kimia Semarang (1978) dan Watkins dkk. (1982), menunjukkan bahwa pengolahan yang dilakukan dengan cara perlakuan kimia terhadap limbah udang dapat memperkecil partikel kalsium dan mengurangi kandungan lemak serta dapat pula meningkatkan kandungan protein kasar 15% lebih tinggi dari tanpa diolah.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Bahan Penelitian

##### a. Limbah Udang

Limbah udang yang digunakan adalah limbah udang Windu (*Penaeus monodon*) yang terdiri dari bagian kepala dan kulit atau cangkang udang.

##### b. Bahan Kimia Pereaksi

Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian adalah larutan basa kuat yaitu NaOH untuk proses deproteinasi dan larutan asam kuat yaitu H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> untuk proses demineralisasi.

#### 3.2. Alat Penelitian

- a. Alat gelas (tabung reaksi, pipet volumetrik, beaker glass, labu ukur)
- b. PH meter Knick
- c. Spektrofotometer Novaspec II
- d. Neraca digital
- e. Sentrifuge Nimac CR 21 G
- f. *Waterbath* (Thermostat, heater, shaker)
- g. Tabung stainless
- h. Refrigerator

### **3.3. Metode Penelitian**

#### **a. Menyiapkan Substrat**

Limbah udang dibersihkan, kemudian dikelompokkan menjadi 27 bagian untuk memudahkan dalam proses selanjutnya.

#### **b. Menyiapkan Larutan**

Membuat larutan basa kuat NaOH 4% untuk digunakan pada proses deproteinasi dengan cara melarutkan NaOH ke dalam aquadest, dan membuat larutan asam kuat H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1N untuk digunakan dalam proses demineralisasi dengan cara menambahkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat ke dalam aquadest.

#### **c. Proses Percobaan**

##### **❖ Deproteinasi**

Limbah udang ditambahkan larutan Natrium hidroksida (NaOH) 3%, 4%, dan 5% yang dipanaskan selama 1 jam; 2 jam; dan 3 jam pada suhu 55 °C selama proses dilakukan pengadukan (otomatis dengan mesin), selanjutnya dilakukan proses demineralisasi.

##### **❖ Demineralisasi**

Produk deproteinasi ditambahkan larutan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 1%, 2%, dan 3%, selanjutnya dipanaskan selama 1 jam; 2 jam; dan 3 jam pada suhu 35 °C selama proses dilakukan pengadukan (otomatis dengan mesin), selanjutnya dilakukan pemisahan antara padatan dan cairannya dengan cara penyaringan. Kemudian dilakukan analisis protein dan mineral (Ca dan P) terlarut.

### **3.4. Peubah yang Diamati**

Peubah yang diamati dari penelitian ini adalah (a) kandungan protein terlarut dan (b) kandungan mineral terlarut (Ca dan P). Untuk nilai efisiensi pengolahan

dihitung dengan membandingkan masing-masing zat makanan dalam limbah udang olahan dengan limbah udang tanpa olahan dan dikalikan 100 persen.

### **3.5. Rancangan Percobaan**

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan rancangan tersarang, sebanyak 3 perlakuan dan masing-masing diulang sebanyak 3 kali. Faktor pertama adalah dosis (D) NaOH 3%, 4%, 5%; dan dosis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1%, 2%, dan 3%. Adapun faktor kedua adalah lamanya waktu dalam dosis (W) NaOH yaitu 1 jam; 2 jam ; 3 jam dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yaitu 1 jam; 2 jam; dan 3 jam. Faktor kedua tersarang dalam faktor pertama. Peubah yang diamati adalah protein dan mineral (Ca dan P) terlarut pada limbah udang Windu (*Penaeus monodon*) yang diekstraksi dengan larutan basa kuat NaOH kemudian oleh asam kuat H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

### **3.6. Analisis Statistik**

Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis sidik ragam, dan perbedaan antar perlakuan dilakukan uji Tukey (Gasperzs, 1994).

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Protein Terlarut

Rataan kandungan protein terlarut limbah udang windu hasil deproteinasi-demineralisasi secara kimiawi setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rataan Kandungan Protein Terlarut dari Masing-masing Perlakuan

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rataan
	1	2	3		
	.....%				
D1W1	28,99	29,65	30,31	88,96	29,65
D1W2	31,56	30,14	30,46	92,16	30,72
D1W3	34,45	33,13	34,88	102,46	34,15
D2W1	34,23	34,32	34,99	103,54	34,52
D2W2	37,36	36,15	36,15	109,66	36,55
D2W3	35,98	38,61	36,42	111,01	37,00
D3W1	35,28	36,49	34,96	106,74	35,57
D3W2	32,21	33,63	34,94	100,77	33,59
D3W3	45,85	42,67	38,74	127,26	42,42

Keterangan : D1 = 3% NaOH, 1% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
D2 = 4% NaOH, 2% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
D3 = 5% NaOH, 3% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
W1 = 1 jam deproteinasi, 1 jam demineralisasi  
W2 = 2 jam deproteinasi, 2 jam demineralisasi  
W3 = 3 jam deproteinasi, 3 jam demineralisasi

Tabel 1 menunjukkan perbedaan rata-rata kandungan protein terlarut limbah udang hasil deproteinasi-demineralisasi secara kimiawi. Perlakuan D3W3 menghasilkan nilai rata-rata kandungan protein terlarut paling tinggi yaitu sebesar 42,42%; kemudian berturut-turut D2W3 37,00%; D2W2 36,55%; D3W1 35,57%; D2W1 34,52%; D1W3 34,15%; D3W2 33,59%; D1W2 30,72% dan yang paling rendah adalah D1W1 sebesar 29,65%.

Uji statistik melalui analisis sidik ragam dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap kandungan protein terlarut limbah udang hasil deproteinasi-demineralisasi secara kimiawi. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan dosis dan waktu dalam dosis berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kandungan protein terlarut limbah udang hasil deproteinasi-demineralisasi secara kimiawi. Berapa besar perbedaan pengaruh dosis antar perlakuan terhadap kandungan protein terlarut limbah udang hasil deproteinasi-demineralisasi secara kimiawi dapat diketahui dengan Uji Tukey yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Tukey Pengaruh Dosis terhadap Kandungan Protein Terlarut

Perlakuan	Rataan Kandungan Protein Terlarut (%)	Signifikansi <sub>0,05</sub>
D3	37,19	a
D2	36,02	a
D1	31,51	b

Ket: Huruf yang berbeda pada kolom signifikansi menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ )

Tabel 2 menunjukkan adanya perbedaan dari masing-masing perlakuan terhadap kandungan protein terlarut. D3 (5% NaOH dilanjutkan 3%  $H_2SO_4$ ) berbeda nyata dengan D1 (3% NaOH dilanjutkan 1%  $H_2SO_4$ ), tetapi tidak berbeda nyata dengan D2

(4% NaOH dilanjutkan 2% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Dosis NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang digunakan merupakan salah satu faktor yang menentukan kandungan protein terlarut limbah udang. Penggunaan dosis NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> berhubungan erat dengan konsentrasi yang dihasilkan dalam larutan tersebut. Tingginya dosis NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang digunakan menghasilkan konsentrasi larutan yang lebih tinggi. Akibatnya protein yang terlepas dari ikatan khitin lebih banyak. Protein yang terikat secara fisik dapat didegradasi dengan perlakuan fisik seperti pengecilan ukuran dan pencucian dengan air. Adapun protein yang berikatan kovalen dapat didegradasi dengan perlakuan kimia yaitu pelarutan dalam larutan basa kuat (Austin, 1988; Lee dan Tan, 2002).

Perlakuan D1 (3% NaOH dilanjutkan 1% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) menghasilkan protein terlarut terendah, karena dosis yang rendah menghasilkan konsentrasi larutan yang rendah dan pada gilirannya protein yang terlepas dari ikatan khitin sedikit pula. Perlakuan D2 (4% NaOH dilanjutkan 2% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dan D3 (5% NaOH dilanjutkan 3% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) tidak berbeda nyata, meskipun kandungan protein terlarut pada D3 lebih tinggi namun secara statistik perbedaannya tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa D2 merupakan dosis yang optimum untuk menghasilkan protein terlarut limbah udang hasil deproteinasi-demineralisasi secara kimiawi. Penggunaan dosis yang lebih besar dari D2 dapat meningkatkan kandungan protein terlarut namun peningkatannya tidak berbeda nyata.

Terlepasnya protein limbah udang dari ikatan khitin menunjukkan bahwa perlakuan dengan bahan kimia pada dosis 4% NaOH dilanjutkan 2% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dapat melepaskan ikatan protein dengan khitin dan kalsium karbonat pada kulit udang. Besarnya perbedaan pengaruh waktu dalam dosis terhadap kandungan protein limbah udang dapat diketahui dengan Uji Tukey yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji Tukey Pengaruh Waktu dalam Dosis 2 terhadap Kandungan Protein Terlarut

Perlakuan	Rataan Kandungan Protein Terlarut (%)	Signifikansi <sub>0,05</sub>
D2W3	37,00	a
D2W2	36,55	a
D2W1	34,52	b

Ket: Huruf yang berbeda pada kolom signifikansi menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ )

Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa dalam dosis 2 perlakuan W1 (1 jam) menghasilkan kandungan protein terlarut terendah, hal ini dikarenakan waktu yang lebih singkat mengakibatkan terbatasnya kesempatan NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> untuk merombak limbah udang, sehingga protein yang dapat terlepas dari ikatan khitin sedikit. Pada perlakuan W2 (2 jam) jumlah kandungan protein terlarut lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan W3 (3 jam). Perlakuan W3 berbeda nyata dengan W1, sedangkan W2 dan W3 tidak berbeda nyata, meskipun kandungan protein terlarut pada W3 lebih tinggi namun secara statistik tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa W2 merupakan waktu yang optimum untuk menghasilkan protein terlarut limbah udang hasil deproteinasi-demineralisasi secara kimiawi. Penggunaan waktu yang lebih lama dari W2, dapat meningkatkan kandungan protein terlarut namun peningkatannya tidak berbeda nyata.

#### 4.2 Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Kalsium Terlarut

Rataan kandungan kalsium terlarut limbah udang hasil deproteinasi-demineralisasi secara kimiawi setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rataan Kandungan Kalsium Terlarut dari Masing-masing Perlakuan

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rataan
	1	2	3		
	.....%				
D1W1	7,54	7,59	6,83	21,98	7,32
D1W2	6,97	7,51	7,56	22,05	7,35
D1W3	7,31	7,89	7,84	23,04	7,68
D2W1	7,67	7,51	6,96	22,15	7,38
D2W2	8,08	6,65	8,09	22,82	7,61
D2W3	7,95	7,97	7,76	23,69	7,89
D3W1	7,37	7,45	7,45	22,27	7,42
D3W2	7,45	7,71	7,89	23,05	7,68
D3W3	7,87	7,97	8,11	23,95	7,98

Tabel 4 menunjukkan perbedaan rata-rata kandungan kalsium terlarut limbah udang hasil deproteinasi-demineralisasi secara kimiawi meskipun perbedaan itu sedikit. Perlakuan D3W3 menghasilkan nilai rata-rata kandungan kalsium terlarut paling tinggi yaitu sebesar 7,98%; kemudian berturut-turut D2W3 7,89%; D1W3 7,68%; D3W2 7,68%; D2W2 7,61%; D3W1 7,42%; D2W1 7,38%; D1W2 7,35% dan yang paling rendah adalah D1W1 sebesar 7,32%. Uji statistik melalui analisis sidik ragam dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap kandungan kalsium terlarut limbah udang hasil deproteinasi-demineralisasi secara kimiawi.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan dosis dan waktu dalam dosis tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap kandungan kalsium terlarut limbah udang hasil deproteinasi-demineralisasi secara kimiawi. Hal ini disebabkan karena penambahan  $H_2SO_4$  dilakukan setelah pemberian  $NaOH$  yang bersifat membengkakkan

jaringan, sehingga pada waktu H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ditambahkan pada dosis berapapun maka kalsium akan mudah terurai, akibatnya setiap perlakuan dosis maupun waktu dalam dosis tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata terhadap kandungan kalsium terlarut. Sesuai dengan pendapat Soedjono dkk. (1985), bahwa larutan basa kuat NaOH merupakan alkali paling efektif dalam meningkatkan pencernaan limbah pertanian dan industri karena mampu membongkakan ikatan lignoselulosa yang lebih besar sehingga kecernaannya meningkat. Lebih lanjut Suharto (1984) dan Winarti (1992), menyatakan bahwa NaOH mampu memperbesar volume partikel bahan (substrat), sehingga ikatan antar komponen menjadi renggang, dan mampu menghidrolisis gugus asetil pada khitin.

#### 4.3. Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Fosfor Terlarut

Rataan kandungan fosfor terlarut limbah udang hasil deproteinasi-demineralisasi secara kimiawi setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rataan Kandungan Fosfor Terlarut dari Masing-masing Perlakuan

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rataan
	1	2	3		
	.....%				
D1W1	1,15	1,15	1,17	3,47	1,16
D1W2	1,13	1,23	1,27	3,63	1,21
D1W3	1,28	1,37	1,31	3,96	1,32
D2W1	1,42	1,43	1,46	4,32	1,44
D2W2	1,50	1,51	1,54	4,55	1,52
D2W3	1,53	1,54	1,54	4,62	1,54
D3W1	1,42	1,40	1,46	4,28	1,43
D3W2	1,55	1,55	1,55	4,65	1,55
D3W3	1,56	1,57	1,59	4,73	1,57

Tabel 5 menunjukkan perbedaan rata-rata kandungan fosfor terlarut limbah udang hasil deproteinasi-demineralisasi secara kimiawi. Perlakuan D3W3 menghasilkan nilai rata-rata kandungan fosfor terlarut paling tinggi yaitu sebesar 1,57%; kemudian berturut-turut D3W2 1,55%; D2W3 1,54%; D2W2 1,52%; D2W1 1,44%; D3W1 1,43%; D1W3 1,32%; D1W2 1,21% dan yang paling rendah adalah D1W1 sebesar 1,16%.

Uji statistik melalui analisis sidik ragam dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap kandungan fosfor terlarut limbah udang hasil deproteinasi-demineralisasi secara kimiawi. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan dosis dan waktu dalam dosis berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kandungan fosfor terlarut limbah udang hasil deproteinasi-demineralisasi secara kimiawi. Besar perbedaan pengaruh dosis antar perlakuan terhadap kandungan fosfor terlarut limbah udang hasil deproteinasi-demineralisasi secara kimiawi dapat diketahui dengan Uji Tukey yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji Tukey Pengaruh Dosis terhadap Kandungan Fosfor Terlarut

Perlakuan	Rataan Kandungan Fosfor Terlarut (%)	Signifikansi <sub>0,05</sub>
D3	1,52	a
D2	1,49	a
D1	1,23	b

Ket: Huruf yang berbeda pada kolom signifikansi menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ )

Tabel 6 menunjukkan adanya perbedaan dari masing-masing perlakuan terhadap kandungan protein terlarut. D3 berbeda nyata dengan D1, tetapi tidak berbeda nyata dengan D2. Faktor yang menentukan kandungan fosfor terlarut limbah udang diantaranya adalah dosis NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang digunakan. Penggunaan dosis NaOH

dan  $H_2SO_4$  berhubungan erat dengan konsentrasi yang dihasilkan dalam larutan tersebut. Tingginya dosis NaOH dan  $H_2SO_4$  yang digunakan menghasilkan konsentrasi larutan yang lebih tinggi. Akibatnya fosfor yang terlepas dari ikatan khitin lebih banyak. Lebih lanjut Suharto (1984) dan Winarti (1992), menyatakan bahwa NaOH mampu memperbesar volume partikel bahan (substrat), sehingga ikatan antar komponen menjadi renggang, dan mampu menghidrolisis gugus asetil pada khitin. Komponen mineral tersebut dapat dilarutkan dengan penambahan asam encer seperti asam klorida, asam sulfat atau asam laktat (Bastaman, 1989). Larutan asam kuat dapat digunakan untuk melarutkan unsur-unsur mineral seperti Ca, P, Al, Mg, Fe, Na dan K (Anonim, 2000). Besarnya perbedaan pengaruh waktu dalam dosis terhadap kandungan fosfor terlarut limbah udang dapat diketahui dengan Uji Tukey yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Uji Tukey Pengaruh Waktu dalam Dosis 2 terhadap Kandungan Fosfor Terlarut

Perlakuan	Rataan Kandungan Fosfor Terlarut (%)	Signifikansi <sub>0,05</sub>
D2W3	1,54	a
D2W2	1,52	a
D2W1	1,44	b

Ket: Huruf yang berbeda pada kolom signifikansi menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ )

Berdasarkan Tabel 7 terlihat bahwa pada dosis 2 perlakuan W1 menghasilkan kandungan fosfor terlarut terendah, hal ini dikarenakan waktu yang lebih singkat mengakibatkan terbatasnya kesempatan NaOH dan  $H_2SO_4$  untuk merombak limbah udang lebih singkat, sehingga fosfor yang dapat terlepas dari ikatan khitin sedikit. Perlakuan W2 kandungan fosfor terlarut lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan

W3. Perlakuan W3 berbeda nyata dengan W1, sedangkan perlakuan W2 dan W3 tidak berbeda nyata, meskipun kandungan fosfor terlarut pada W3 lebih tinggi namun secara statistik perbedaannya tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa W2 merupakan waktu yang optimum untuk menghasilkan fosfor terlarut limbah udang hasil deproteinasi-demineralisasi secara kimiawi. Penggunaan waktu yang lebih lama dari W2, dapat meningkatkan kandungan fosfor terlarut namun peningkatannya tidak berbeda nyata.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh: perlakuan D2W2 (deproteinasi oleh NaOH pada dosis 4% selama 2 jam dilanjutkan dengan demineralisasi oleh H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pada dosis 2% selama 2 jam) merupakan perlakuan yang optimal untuk menghasilkan protein dan mineral terlarut pada proses deproteinasi-demineralisasi limbah udang windu *Panaeus monodon*) secara kimiawi. Hasil penelitian didukung oleh data sebagai berikut:

- a) Kandungan protein terlarut pada perlakuan D2W2 berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) bila dibanding dengan D2W1, namun tidak berbeda nyata dengan D2W3. Kandungan protein terlarut pada perlakuan D2W2 sebesar 36,55%.
- b) Kandungan kalsium terlarut pada perlakuan D2W2 sebesar 7,61%.
- c) Kandungan fosfor terlarut pada perlakuan D2W2 berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) bila dibanding dengan D2W1, namun tidak berbeda nyata dengan D2W3. Kandungan Fosfor terlarut pada perlakuan D2W2 sebesar 1,52%.

#### 5.2 Saran

1. Untuk mendapatkan kandungan protein dan mineral terlarut pada pengolahan limbah udang windu secara kimiawi disarankan menggunakan dosis NaOH sebesar 4% selama 2 jam, dan dilanjutkan dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pada dosis 2% selama 2 jam.

## DAFTAR PUSTAKA

- Altschul, A.M. 1976. *New Protein Foods*. Academic Press Inc., New York.
- Atmosumarsono, U. 1974. *Pengaruh Penggunaan Tepung Cangkang Udang Sisa dalam Ransum Ayam Broiler Periode Starter*. Buletin IV/1974. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang.
- Austin, P.R. 1988. *Chitin Solution and Purification of Chitin*. Dalam W.A. Wood and S.T. Kellog. Biomass. Academic Press Inc., New York.
- Balai Penelitian Kimia Semarang. 1978. *Pembuatan Tepung Protein dari Limbah Udang*. Laporan Penelitian. Departemen Perindustrian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Aneka Industri dan Kerajinan, Semarang.
- Bastaman, S. 1989. *Studies on Degradation and Extraction of Chitin and Chitosan from Prawn shell*. The Queen's University of Belfast, Belfast.
- Foster, A.B. and J.M. Webber. 1960. *Advances in Carbohydrate Chemistry*. Vol.15. Academic press. Inc., New York, London.
- Gaspersz, Vincent. 1994. *Metode Perancangan Percobaan*. Armico, Bandung.
- Gooday, G.W. 1990. *The Ecology of Chitin Degradation* Vol. 11. Advances in Microbial Ecology.
- Hong, K. No., S.P. Mayers and K.S. Lee. 1989. *Isolation and Characterization of Chitin from Craw Fish Shell Waste*. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 37.
- Juhairi. 1986. *Pembuatan Tepung dan Protein Konsentrat dari Limbah Industri Udang Beku*. Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Bogor.
- Krik, R.E. and D.F. Othmer. 1953. *Encyclopedia of Chemical Technology*. Vol. XI. The Interscience Publ. Inc., New York.
- Krissetiana, H. 2004. *Khitin dan Khitosan dari Limbah Udang*. H.U. Suara Merdeka, 31 Mei.
- Lee, V. and E. Tan. 2002. *Enzymatic Hydrolysis of Prawn Shell Waste for The Purification of Chitin*. Departemen of Chemical Engineering, Loughborough University.

- Lehninger, A.L. 1975. *Biochemistry*. 2<sup>nd</sup> Ed. Worth Publisher Inc., New York.
- Muzzarelli, R.A.A., C. Jeuniaux and W.G. Goodway. 1986. *Chitin an Nature Technology*. Plenum Press, New York.
- Raharjo, Y.C. 1985. Nilai Gizi cangkang Udang dan Pemanfaatannya untuk Itik. Proceeding Seminar Nasional Peternakan Unggas. BPT Ciawi, Bogor.
- Soedjono, M., R. Utomo dan S.P.S. Budhi. 1985. Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Kecernaan In Vitro Bagasse. Proceeding Seminar Pemanfaatan Limbah Tebu untuk Pakan Ternak Pusat Penelitian Pengembangan Peternakan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian departemen Pertanian, Bogor.
- Suharto, B. 1984. Pengaruh Perlakuan 1,5 % NaOH dan Pengukusan Terhadap Nilai Gizi Bahan Pakan Berserat Kasar Tinggi. Karya Ilmiah. Fakultas Peternakan universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Svehla, G., Ph.D, D.Sc., F.R.I.C. 1990. *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*. Bag.I. Ed.5. PT. Kalman Media Pustaka, Jakarta.
- Wahju, J. 1992. *Ilmu Nutrisi Unggas*. Edisi ke-3. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Watskin, B.E., J. Adair and J.E. Oldfield. 1982. *Evaluation of Shrimp and King Crab Processing By-product As Feed Supplement for Mink*. J. Anim. Sci. 55
- West, E.S. and Todd. 1964. *Textbook of Biochemistry* 3<sup>rd</sup> Ed. The McMilland Butterworths, New York.
- Widjaya, S. 1993. *Tepung Limbah Udang pengganti Tepung Ikan*. Poultry Indonesia Ed. September, Indonesia.
- Winarti, R. 1992. *Pengaruh konsentrasi NaOH dan Waktu Deasetilasi Khitin Terhadap Pembentukan Khitosan*. Skripsi S1. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.