

PEMANFAATAN LIMBAH PRODUKSI KITOSAN BERBAHAN DASAR LIMBAH HASIL LAUT UNTUK PAKAN TERNAK BERKUALITAS

Aji Tetuko¹, Tiyas Putri N.², Warlan Sugiyo³

^{1,2}Prodi Farmasi, STIKES Muhammadiyah Kudus; ³Prodi Farmasi, AKFAR Nusaputera

Abstrak

Pada penelitian ini akan dikaji limbah deproteinasi dan demineralisasi untuk diukur kadar protein dan mineral (Ca, Mg), yang pada penelitian lanjutan hasil proses pengolahan limbah kedua proses ini dimanfaatkan sebagai campuran pakan ternak. Persiapan udang dipisahkan daging dengan cangkangnya. Pembuatan kitosan dilakukan dengan metode Hong K.No (1989). Serbuk cangkang 50 mesh diberi perlakuan deproteinasi, dengan cara diinteraksikan dengan larutan NaOH 3,5% dengan perbandingan 1:10 (gram/ml) selama 2 jam pada suhu 650 C. Demineralisasi dilakukan dengan cara menginteraksikan dengan larutan HCl 1M dengan perbandingan volume 1:15 (gram/ml). Setelah dingin, disaring dan dicuci dengan akuades sampai netral. Residu yang sudah netral dikeringkan dalam oven pada suhu 600C selama 4 jam sehingga diperoleh kitosan yang diperoleh diidentifikasi gugus fungsionalnya dengan menggunakan Spektrofotometer IR. Penyisihan limbah, Penentuan kadar N total pada kitin dan kitosan serta limbah proses kitosan, Penentuan kadar mineral Ca dan Mg dalam limbah menggunakan AAS, Identifikasi gugus fungsional dengan menggunakan spektrofotometer IR. Secara umum dapat dikatakan bahwa dalam cangkang udang, limbah proses deproteinasi, limbah proses demineralisasi serta limbah proses deasetilasi masih banyak mengandung protein dan mineral yang dapat digunakan sebagai campuran pakan ternak. Berdasarkan hasil uji protein dan mineral yang terdapat pada tabel 3 dan 4 maka dapat dilihat bahwa limbah proses deproteinasi dan proses demineralisasi memenuhi syarat sesuai dengan SNI 3148.3-2009 yaitu mempunyai kandungan protein min 30% meskipun kandungan Ca masih jauh dari yang dipersyaratkan yaitu 9,0 – 12,0%. Dari kurva dapat dilihat bahwa dengan bertambahnya campuran limbah demineralisasi dan deproteinasi diikuti dengan bertambahnya kenaikan berat badan yang signifikan.

Kata Kunci: Kitosan, pakan ternak, udang

Abstract

This research will be reviewed and demineralization deproteinasi waste to measured levels of protein and minerals (Ca, Mg), which is the advanced research results of both the sewage treatment process is used as animal feed mixes. Preparation shrimp with their shells separated meat. Preparation of chitosan was conducted by the Hong K.No (1989). Shell powder 50 mesh deproteinasi treated, by the way diinteraksikan with 3.5% NaOH solution with a ratio of 1:10 (g/ml) for 2 hours at a temperature of 650 C. Demineralization done by encounters with 1M HCl solution with a volume ratio of 1:15 (g/ml). Once cool, filtered and washed with distilled water until neutral. Neutral residue that has dried in the oven at 600C for 4 hours in order to obtain chitosan derived functional group identified using IR spectrophotometer. Allowance for waste, Determination of total N content in chitin and chitosan and chitosan process wastes, Determination of Ca and Mg mineral concentration in the effluent using AAS, Identification of functional groups by using IR spectrophotometer. In general it can be said that in the shells of shrimp, deproteinasi process wastes, sewage and waste demineralization process of deacetylation are still lots of protein and minerals that can be used as animal feed mixes. Based on the test results of protein and minerals contained in tables 3 and 4 it can be seen that the waste demineralization process deproteinasi and qualified in accordance with ISO 3148.3-2009 which has a protein content of 30% min Ca content though still far from the required is 9.0 - 12.0%. From the curves it can be seen that with increasing demineralization waste mixture and deproteinasi followed with increasing weight gain significantly.

Keywords : Chitosan, poultry, shrimp

I. PENDAHULUAN

Pengolahan udang di Indonesia diekspor dalam bentuk udang beku, yaitu udang yang telah mengalami proses pembuangan bagian kepala, ekor dan kulit dan hasil buangan ini dianggap sebagai limbah. Selama ini limbah udang hanya dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar pabrik

pengolahan udang sebagai bahan campuran makanan, misalnya pada proses pembuatan terasi, krupuk udang, petis udang atau dapat juga dijadikan sebagai bahan campuran makanan ternak.

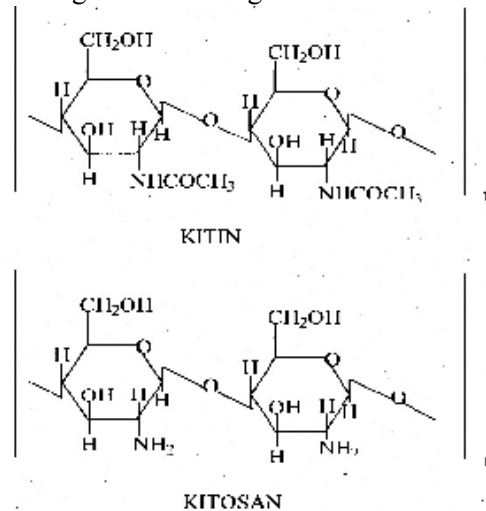
Penemuan tentang kitosan yang paling baru adalah digunakannya kitosan sebagai bahan pengawet makanan menggantikan formalin yang merugikan karena formalin bukan merupakan

pengawet makanan. Hardjito, Linawati (2006) menggunakan kitosan untuk mengawetkan ikan asin. Berdasarkan penelitian yang dilakukan bersama dengan timnya sejak tahun 2002, banyak manfaat yang dapat diambil dari pengawet kitosan ini. Selain harganya lebih murah, ternyata efek yang ditimbulkan oleh kitosan lebih kecil bahkan hampir tidak ada bila dibandingkan formalin. Berdasarkan uji organoleptis yang meliputi penampakan, rasa bau, dan tekstur, perlakuan dengan penawet ini memberikan hasil yang lebih baik. Pada konsentrasi kitosan 1,5% dapat mengurangi jumlah lalat secara signifikan. Uji total jumlah bakteri yang menempel pada ikan asin yang dilapisi kitosan menunjukkan hasil lebih baik dibandingkan dengan yang dilapisi formalin. Artinya kitosan dapat digunakan sebagai pengawet makanan yang aman, food safety.

Pemanfaatan kitosan sangat banyak diantaranya, untuk pengawet makanan (pengganti formalin dan boraks), pengolahan limbah, obat pelangsing, kosmetik, dan lain sebagainya. Kitosan mempunyai gugus aktif yang akan berikatan dengan mikroba sehingga kitosan juga mampu menghambat pertumbuhan mikroba. Satu hal yang sangat melegakan adalah kitosan sama sekali tidak berefek buruk. Penggunaan kitosan yang sangat beragam pada berbagai bidang industri menyebabkan industri kitosan menjadi berkembang pesat di Indonesia maupun di dunia. Proses pembuatan kitosan yang mudah membuat banyak laboratorium penelitian di Perguruan Tinggi memproduksi kitosan ini. Selama ini belum pernah terpikir dan belum pernah ada penelitian yang memanfaatkan limbah pada proses produksi kitosan tersebut. Pada tahap pembuatan kitin sampel dibuang kadar proteinnya (deproteinasi) dengan menggunakan larutan basa. Tahap proses deproteinasi dilanjutkan dengan proses demineralisasi, membuang zat-zat mineral dengan larutan asam. Pada penelitian ini akan dikaji limbah deproteinasi dan demineralisasi untuk diukur kadar protein dan mineral (Ca, Mg), yang pada penelitian lanjutan hasil proses pengolahan limbah kedua proses ini dimanfaatkan sebagai campuran pakan ternak.

Kitosan merupakan hasil deasetilasi kitin, yaitu kitin yang telah mengalami penghilangan gugus asetil (Suhardi, 1993). Kitin untuk pertama kalinya dipelajari oleh Braconnot pada tahun 1811 dalam penelitiannya tentang jamur. Dilanjutkan pada tahun 1923 oleh Odier yang mempelajari polisakarida dari jamur, dan menamainya dengan kitin. Kitin berasal dari bahasa Latin yang artinya penutup atau sampul. Kitosan ditemukan oleh Rouget pada tahun 1859 dengan cara mendidihkan kitin dalam larutan KOH yang sangat pekat menjadi larut dalam asam organik. Kitosan ini memberikan

warna violet bila direaksikan dengan iodine dan asam, sedangkan kitin menghasilkan warna coklat.



Gambar 1. Struktur kitin dan kitosan.

Kitosan merupakan senyawa yang mempunyai daya koagulan dan sering dimanfaatkan sebagai koagulan limbah industri; terutama pengolahan air minum karena sifatnya yang tidak beracun dan mudah terbiodegradasi. Berat molekul kitosan $1,2 \times 10^5$, tergantung pada degradasi yang terjadi selama proses deasetilasi. Sifat-sifat kitosan dihubungkan dengan adanya gugus-gugus amino ($-NH_2$) dan hidroksil ($-OH$) yang terikat. Adanya gugus-gugus tersebut menyebabkan kitosan mempunyai reaktivitas yang tinggi (Muzzarelli, 1977).

Kebutuhan ternak akan zat-zat makanan atau nutrisi secara garis besar dapat dibedakan menjadi tujuh komponen yaitu karbohidrat, protein, lemak, serat kasar, mineral, vitamin dan air. Tidak ada satupun yang lebih penting daripada yang lainnya, sebab ketujuh komponen tersebut sama-sama penting, saling mendukung dan dibutuhkan oleh tubuh ternak. Kekurangan salah satu zat makanan dapat mengakibatkan gangguan proses metabolisme keseluruhan. Oleh sebab itu, setiap peternak perlu mengetahui dasar-dasar dari ilmu pakan.

Tabel 1.

Kandungan Ca dan P pada beberapa bahan pakan

Bahan pakan	Ca (%)	P (%)
Jagung	1,00	0,44
Gabah	0,55	0,50
Menir	0,63	0,83
Dedak kasar	0,10	0,90
Dedak halus	0,10	0,90
Kacang hijau	1,06	0,78
Kacang kedelai	0,35	0,66
Bungkil kedelai	0,29	0,60
Bungkil kelapa	0,20	0,20
Bungkil kacang tanah	0,92	0,73
Ampas tahu	0,09	0,02
Tepung ikan	11,28	2,76

Tepung udang	16,34	2,83
Tepung tulang	34,00	0,20
Siput	41,95	0,09
Bekicot	35,00	0,10
Kulit kepiting	35,00	0,10

Sumber : (Dudung Abdul Muslim, 2006)

II. METODE PENELITIAN

A. Persiapan

Membeli 10 kg udang dari pasar ikan (TPI). Dipisahkan daging dengan cangkangnya. Cangkang dibersihkan dengan air berulang kali sampai terlepas semua daging dan kotorannya. Cangkang dijemur di terik matahari berulang-ulang sampai kering dan rapuh. Setelah rapuh digerus sampai berbentuk serbuk tidak lebih dari 50 mesh.

B. Pembuatan kitosan

Pembuatan kitosan dilakukan dengan metode Hong K.No (1989). Serbuk cangkang 50 mesh diberi perlakuan deproteinasi, dengan cara diinteraksikan dengan larutan NaOH 3,5% dengan perbandingan 1:10 (gram/ml) selama 2 jam pada suhu 650 C. Demineralisasi dilakukan dengan cara menginteraksikan dengan larutan HCl 1M dengan perbandingan volume 1:15 (gram /ml). Dengan perlakuan yang sama dengan deproteinasi, filtrat dan sisa cairan cucian ditampung. Kemudian disaring menjadi residu sebagai bahan kitosan dan filtrat sebagai limbah. Agar terjadi pH netral, perlu dicuci berkali-kali. Residu dikeringkan pada suhu 600C dan diperoleh kitin. Pembuatan kitosan dilanjutkan dengan tahap deasetilasi kitin, kitin ditambah NaOH 50% dengan perbandingan (1:10) dalam labu refluks dan diaduk serta dipanaskan pada suhu 1000C selama 30 menit. Setelah dingin, disaring dan dicuci dengan akuades sampai netral. Residu yang sudah netral dikeringkan dalam oven pada suhu 600C selama 4 jam sehingga diperoleh kitosan yang diperoleh diidentifikasi gugus fungsionalnya dengan menggunakan Spektrofotometer IR.

C. Penyisihan limbah

Limbah dari deproteinasi yang basa dan demineralisasi yang asam digabung sehingga netral dengan menambah sedikit asam atau basa. Campuran tersebut dilakukan uji kandungan protein dan mineralnya.

D. Penentuan kadar N total pada kitin dan kitosan serta limbah proses kitosan

Sebanyak 3,5 gram limbah dimasukkan kedalam labi Kjedadhl dan ditambahkan 10 gram Na₂SO₄ anhidrat dan 15 mL H₂SO₄ pekat. Campuran

dipanaskan dengan pemanas listrik dalam lemari asam hingga cairan jernih tidak berwarna. Blanko unruk masing-masing sample dibuat. Setelah dingin, dinding labu dicuci dengan air dan dididihkan selama 30 menit. Labu beserta isinya ddinginkan kemudian ditambah 200 mL akuades dan 1 gram butir Zn. Larutan yang terjadi ditambah NaOH 45% sampai cairan yang terjadi bersifat basa. Pada labu dipasang alat destilasi, labu dipanaskan sampai ammonia menguap semua. Destilat yang terjadi ditampung dalam Erlenmeyer yang berisi 100 mL larutan HCl 0,1 M dan diberi indicator PP 1%. Destilasi diakhiri dengan melihat destilat yang keluar tidak bersifat basa (berwarna merah muda). Kelebihan HCl dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 M. Menghitung kadar N-total dan kadar protein pada masing-masing sample. (Sudarmaji Slamet, 1996).

E. Penentuan kadar mineral Ca dan Mg dalam limbah menggunakan AAS

Sejumlah sample ditentukan kadar Ca dan Mg dengan menggunakan AAS. Spektrofotometer Serapan Atom yang dipakai adalah AAS Hitachi Z-800 .

F. Identifikasi gugus fungsional dengan menggunakan spektrofotometer IR

Sejumlah kitin dan kitosan dibuat dalam bentuk pellet dengan KBr. Pellet KBr dibuat dengan menghaluskan beberapa mg kitin dengan sejumlah KBr kering dan diberi tekanan di bawah vakum (sekitar 1 menit). Sampel yang dalam bentuk pellet kemudian dianalisis dengan menggunakan spektrofotometer IR Shimadzu FTIR 8201 PC.

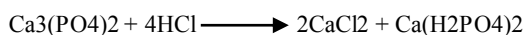
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian mengenai limbah pembuatan kitin dan kitosan dari cangkang udang windu (*Peneaus monodon*), dimulai dengan perlakuan awal mengolah cangkang udang windu (*Peneaus monodon*) menjadi kitin melalui proses deproteinasi dan demineralisasi. Limbah hasil proses deasetilasi dan demineralisasi diuji kadar protein, mineral dan pHnya. Kitin selanjutnya dilakukan proses deasetilasi agar diperoleh kitosan. Limbah dari hasil proses deasetilasi juga dilakukan uji yang sama yaitu uji kadar protein, mineral dan pHnya. Sampel yang digunakan adalah limbah cangkang udang (*Peneaus monodon*), langkah awal cangkang udang dicuci dengan air yang bertujuan untuk menghilangkan pengotor-pengotor, dikeringkan dengan sinar matahari dan setelah kering digiling dengan mortal dan diayak dengan ayakan ukuran 50 mesh sehingga berbentuk serbuk cangkang. Serbuk cangkang diproses penghilangan protein (deproteinasi) dengan menambahkan larutan NaOH

3,5 % rasio 1:10 (w/v), kemudian dipanaskan sampai suhu 65 oC selama 2 jam. Proses selanjutnya saring dan cuci endapan sampai pH netral lalu keringkan. Deproteinasi bertujuan untuk memutuskan ikatan antara protein dan kitin. Pada limbah proses deproteinasi didapatkan data bahwa kadar protein 5,83 mg/L serta kadar Ca dan Mg Berturut-turut adalah $2,631 \times 10^{-4}$ % dan $5,882 \times 10^{-6}$ %.

Proses pemisahan selanjutnya adalah demineralisasi yang bertujuan untuk menghilangkan senyawa anorganik yang terdapat pada cangkang udang. Hasil residu dari proses deproteinasi dilarutkan dalam larutan asam klorida 1 M selama 30 menit pada suhu ruang dengan perbandingan berat sampel dan volume HCl 1:15 (w/v). Kemudian saring endapan, cuci sampai pH netral dan keringkan pada suhu 65 oC selama 4 jam. Terjadinya proses pemisahan mineral ditunjukkan dengan terbentuknya gas CO₂ yang berupa gelembung-gelembung udara saat larutan HCl ditambahkan ke dalam sampel. Kandungan mineral yang terdapat dalam cangkang udang adalah CaCO₃ dan dalam jumlah sedikit terdapat Ca₃(PO₄)₂. Menurut Knorr (1984) dalam John Hendri (2008) mineral CaCO₃ lebih mudah dipisahkan dibandingkan protein karena garam anorganik ini dapat dihilangkan dari senyawa kitin dengan menggunakan HCl.

Reaksi pemisahan mineral dengan HCl adalah sebagai berikut :



Pada saat proses pemisahan mineral menggunakan HCl, kandungan mineral yang terdapat dalam cangkang terlepas sesuai dengan reaksi diatas. Dapat dibuktikan dengan terdapatnya kadar protein sebanyak 31,25 mg/L serta kadar Ca dan Mg berturut-turut adalah sebagai berikut 2,095% dan 0,019% dalam limbah proses demineralisasi.

Setelah proses demineralisasi, dilanjutkan dengan tahap netralisasi yakni pencucian dengan aquades sampai pH netral yang diukur dengan pH universal. Pencucian ini dimaksudkan untuk mencegah terjadinya proses degradasi produk. Hasil proses ini dinamakan kitin. menunjukkan mineral dalam cangkang udang sangat tinggi yaitu Ca 1,289% dan Mg 0,765% serta kadar protein 3,96 mg/L.

Hasil isolasi kitin dari cangkang udang windu (*Peneaus monodon*) yang telah diperoleh, selanjutnya ditransformasikan menjadi kitosan pada proses deasetilasi. Proses deasetilasi adalah proses

pemutusan gugus asetil (-COCH₃) dari kitin. Proses ini dilakukan dengan menambahkan NaOH 50 % rasio 1:10 (w/v), pada suhu 100 oC selama 30 menit. Kemudian residu disaring dan netralisasi dengan aquades serta dilakukan pengeringan pada suhu 65 oC selama 4 jam. Dari 15 gram sampel kitin diperoleh 14,1 gram. Produk ini dinamakan kitosan.

Tabel 2.

Hasil analisis kadar protein

Sampel	pH	Kadar protein (mg/L)
Cangkang	-	3,96
Limbah deasetilasi	10	2,71
Limbah deproteinasi	11	5,83
Limbah demineralisasi	2	31,25

Tabel 3.

Hasil uji mineral dengan AAS

Sampel	Kadar Ca (%)	Kadar Mg (%)
Cangkang	1,289	0,765
Limbah deasetilasi	0,034	$1,235 \times 10^{-5}$
Limbah deproteinasi	$2,631 \times 10^{-4}$	$5,882 \times 10^{-6}$
Limbah demineralisasi	2,095	0,019

Secara umum dapat dikatakan bahwa dalam cangkang udang, limbah proses deproteinasi, limbah proses demineralisasi serta limbah proses deasetilasi masih banyak mengandung protein dan mineral yang dapat digunakan sebagai campuran pakan ternak. Bila dibandingkan dengan kandungan mineral pada bahan pakan ternak (pada dedak terdapat Ca 0,1%) maka dalam limbah demineralisasi mempunyai harga kadar Ca lebih tinggi dibandingkan dengan dedak yang biasa dimakan ternak.

Menurut SNI 3148.3-2009 tentang pakan konsentrat ayam ras petelur. Bahan Pakan adalah bahan-bahan hasil pertanian, perikanan, peternakan dan hasil industry yang mengandung zat gizi dan layak dipergunakan sebagai pakan, baik yang telah maupun yang yang belum diolah. Imbuan Pakan adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam pakan, bukan sebagai sumber zat gizi dalam jumlah sedikit tetapi dapat mempengaruhi karakteristik pakan, meningkatkan produktivitas, kesehatan dan kualitas produk ternak. Pakan adalah campuran dari beberapa bahan pakan, baik yang sudah lengkap maupun yang masih dilengkapi, yang disusun secara khusus dan mengandung zat gizi yang mencukupi kebutuhan ternak untuk dapat dipergunakan sesuai dengan jenis ternaknya. Pakan Konsentrat Ayam Ras Petelur adalah pakan atau campuran bahan pakan yang mengandung nilai gizi yang tinggi, yang perlu dicampur dengan bahan pakan lain dengan proporsi tertentu untuk

mendapatkan pakan seimbang dan memenuhi kebutuhan zat gizi ayam ras petelur. Pelengkap pakan adalah bahan yang ditambahkan ke dalam pakan untuk melengkapi kebutuhan kandungan zat gizi yang sesuai dengan kebutuhan ternak.

Tabel 4.

Pakan Konsentrat Ayam Ras Petelur

No.	Kandungan Gizi	Kadar
1.	Kadar Air (maks)	14%
2.	Protein kasar (min)	30%
3.	Lemak kasar (maks)	5%
4.	Serat kasar (maks)	8%
5.	Abu (maks)	35%
6.	Kalsium (ca)	9,0 – 12,0%
7.	Fosfor (P) total	1,0 – 2,0%
8.	Fosfor (P) tersedia (min)	0,60%
9.	Alflatoksin (maks)	50 µg/kg

Tabel 5.

Hasil pakan ternak dari limbah deproteinasi dan demineralisasi terhadap ayam

Sampel	Minggu I		Minggu II		Minggu III			Minggu IV		
	Berat awal (g)	Berat (g)	Kenaikan (g)	% kenaikan	Berat	Kenaikan	% kenaikan	Berat	Kenaikan	% kenaikan
A1	1300	1400	100	7,6923	1459,9	159,9	12,3	1691,3	391,3	30,1
A2	1200	1350	150	12,5	1456,8	256,8	21,4	1622,4	423,4	35,2
A3	1150	1439,8	289,8	25,2	1500,75	350,75	30,5	1590,45	490,45	38,3
A4	1100	1485	385	35	1553,2	453,2	41,2	1596,10	496,20	45,1
A5	850	1150	300	35,294	1201,05	351,05	41,3	1234,20	384,20	45,2

Keterangan :

- A1 = Pakan ternak (air) sebagai kontrol
- A2 = Pakan ternak (1 bagian air dan 2 bagian campuran limbah)
- A3 = Pakan ternak (1 bagian air dan 3 bagian campuran limbah)
- A4 = Pakan ternak (1 bagian air dan 4 bagian campuran limbah)
- A5 = Pakan ternak (1 bagian air dan 5 bagian campuran limbah)



Diagram 1.

Kurva kenaikan berat

Dari kurva dapat dilihat bahwa dengan bertambahnya campuran limbah demineralisasi dan deproteinasi diikuti dengan bertambahnya kenaikan berat badan yang signifikan. Pada sampel A5 tidak terdapat kenaikan berat badan yang signifikan ini disebabkan dengan penambahan campuran limbah yang semakin banyak ayam sudah tidak mau atau susah mengkonsumsi pakan yang disediakan. Hal ini kemungkinan akibat adanya kadar NaCl yang berlebihan.

10.	Energi Metabolis (min)	1800 Kkal/kg
11.	Asam amino :	
	Lisin (min)	1,7%
	Metionin (min)	0,8%
	Metionin + sistein (min)	1,1%
	Triptofan (min)	0,29%

Berdasarkan hasil uji protein dan mineral maka dapat dilihat bahwa limbah proses deproteinasi dan proses demineralisasi memenuhi syarat sesuai dengan SNI 3148.3-2009 yaitu mempunyai kandungan protein min 30% meskipun kandungan Ca masih jauh dari yang dipersyaratkan yaitu 9,0 – 12,0%. Limbah proses deproteinasi dan proses demineralisasi yang mempunyai pH 11 dan 2 dicampur dengan perbandingan volume 1 bagian untuk limbah proses deproteinasi dan 10 bagian untuk limbah proses demineralisasi.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah limbah proses demineralisasi dan deproteinasi dapat digunakan sebagai campuran pakan ternak yang sesuai dengan SNI 3148.3-2009 yang terbukti dapat meningkatkan berat badan sebesar 45,1% pada minggu ke 4 dengan perbandingan pakan ternak (1 bagian air dan 4 bagian limbah). Untuk penelitian berikutnya disarankan limbah yang digunakan bukan untuk pakan ternak ayam saja tetapi juga untuk ternak yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Musa dan Nur Mazidah Shahidan, 2003, Membran Kitosan Terdop dengan Bromotimol Biru sebagai Bahan Penderia untuk Pengesanan Gas CO₂ Terlarut, Malaysian Journal of Chemistry, Vol.5, N0.1 015-022, Selangor Darul Ehsan, Malaysia.
- Basttaman, S. 1989. Studies on Degradation and Extraction of Chitin and Chitosan from Prawn

- Shells. The Queen's University of Belfast. England.
- Brine,C.J; 1984, Chitin : Accomplishment and Perspectives in Chitin, Chitosan and Related Enzymes, Academic Press Inc, Orlando, Florida.
- Dudung Abdul Muslim. 2006. Budidaya Ayam Bangkok. Kanisius. Yogyakarta.
- Hong, N.K., dan Meyer, S.P., dan Lee,K.S. 1989. Isolation and Characterization of Chitin From Crawfish Shell Waste. J. Agric. Food Chem, 37, 575-579
- Hardjito, Linawati, 2006, Kitosan Lebih Awet dan Aman, Departemen Teknologi Hasil Perikanan Fakultas perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Indra; Syafsir. A; 1993, Hidrolisis Khitin Menjadi Khitosan serta Aplikasinya Sebagai Pendukung Padat, jurusan Kimia FMIPA ITS, Surabaya.
- Muzzarelli, R.A.A, 1977, Chitin, Pergamon Press.
- Mahatmanti, Widhi F, 2001, Studi adsorpsi Ion Logam Seng(II) dan Timbal(II) Pada Kitosan dan Kitosan-sulfat Dari Cangkang Udang Windu (Penaus monodon), TesisS-2, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Suhardi. 1993. Khitin dan Khitosan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Sudarmaji, Slamet, 1996, Analisa Bahan Makanan dan Pertanian, Liberty, Yogyakarta.
- SNI 3148.3-2009
- Wood, W.A dan Kellog, S.T. 1988. Chitin,Chitosan & Related Enzymes. Academic Press. New York