

BIOPROSES LIMBAH UDANG WINDU (*Penaeus monodon*) MELALUI TAHAPAN DEPROTEINASI DAN MINERALISASI UNTUK MENINGKATKAN KANDUNGAN GIZI PAKAN

Abun., Balia, R.L., Aisjah, T., dan Darana, S.

Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran

E-mail : abun_hasbuna.fapet@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian tentang Bioproses limbah udang windu melalui tahapan deproteinasi dan mineralisasi untuk meningkatkan kandungan gizi pakan telah dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi Ternak Unggas, Non Ruminansia dan Industri Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, Jatinangor Sumedang. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh dosis inokulum dan waktu fermentasi pada pengolahan limbah udang windu (*Penaeus monodon*) secara mikro biologis yang menghasilkan kandungan gizi tinggi. Penelitian dilakukan dalam dua tahapan yaitu proses deproteinasi oleh *Bacillus licheniformis* dan proses mineralisasi oleh *Aspergillus niger*. Penelitian menggunakan rancangan tersarang. Faktor A yaitu dosis inokulum (*Bacillus licheniformis* 3%; 4%; 5%; dan *Aspergillus niger* 2%; 3%; 4%) tersarang dalam faktor B yaitu waktu bioproses (deproteinasi 3 hari; 4 hari; 5 hari; dan mineralisasi 2 hari; 3 hari; 4 hari) dengan 3 ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bioproses limbah udang windu melalui tahapan deproteinasi oleh *Bacillus licheniformis* dosis 4 persen selama 4 hari, dan mineralisasi oleh *Aspergillus niger* dosis 3 persen selama 3 hari, menghasilkan kandungan gizi tertinggi (protein kasar 49,54 %, serat kasar 9,62 %, kalsium 6,94 %, dan fosfor 2,01 %).

Kata kunci: *Bioproses, deproteinasi, mineralisasi, Limbah udang windu, gizi pakan.*

BIOPROCESS OF TIGER PRAWN (*Penaeus monodon*) WASTE BY DEPROTEINATED AND MINERALIZED TO INCREASED OF FEED NUTRIENT VALUE

ABSTRACT

Research on bioprocess of tiger prawn (*penaeus monodon*) waste by deproteinated and mineralized to increase feed nutrient value has been done in the Laboratory of Poultry Nutrition, Faculty of Animal Husbandry, Padjadjaran University. The study was aimed to know doses of inoculums and time of bioprocess on processing of tiger prawn waste product (*Penaeus monodon*) as microbiology that produce high nutrient content. The research consisted of two stages, i. e deproteinated process by *Bacillus licheniformis* and mineralized process by *Aspergillus niger*. The research used Nested experimental design. "A" factor was doses of inoculum (*Bacillus licheniformis*, 3%, 4%, 5% and *Aspergillus niger* 2%, 3%, 4%) nested in "B" factor as time of the bioprocess (deproteinated 3 days, 4 days, 5 days and demineralized 2 days, 3 days, 4 days) with three repetitions. The results showed that bioprocess of tiger prawn waste through deproteination stage at a dose of *Bacillus licheniformis* 4 % for 4 days and mineralization by *Aspergillus niger* 3% for 3 days resulted in the highest nutrient (crude protein 48,54%, crude fiber 9,62%, calcium 6,94% dan phosphor 2,01 %).

Key word: *Bioprocess, deproteinated, mineralized, tiger prawn waste, feed nutrient*

PENDAHULUAN

Udang windu (*Penaeus monodon*) merupakan komoditas perikanan yang banyak diekspor dalam bentuk daging udang beku. Udang tersebut memiliki kulit yang

keras, warna sekujur tubuhnya hijau kebiruan dengan motif loreng besar. Panjang udang windu yang dipelihara ditambak sekitar 20-25 cm dengan berat rata-rata 140 gram/ekor (Motoh, 1986).

Limbah pengolahan udang (kulit, kepala dan ekor) berkisar antara 30-40% dengan kandungan gizi (protein kasar 38,25%, serat kasar 16,6%, lemak kasar 12,19%, kalsium 5,75% dan fosfor 1,59%) dan energi bruto (3892 kkal/kg) yang cukup tinggi, sehingga material tersebut berpotensi sebagai bahan pakan alternatif sumber protein untuk pakan unggas. Namun kendala pemanfaatan limbah tersebut adalah adanya kitin yang mengikat protein dan mineral, sehingga sulit dicerna oleh enzim-enzim pencernaan ternak unggas.

Kitin adalah polimer berunit N-Asetil glukosamin dengan ikatan antar monomer yang mirip selulosa (ikatan glukosida $\beta_{(1-4)}$), berbentuk padatan amorf, dan dapat terurai secara hayati (*biodegradable*), terutama oleh bakteri penghasil enzim protease dan kitinase (Stephen, 1995). Proses ekstraksi kitin secara kimiawi dengan asam dan basa kuat dapat menimbulkan kerusakan lingkungan, terjadi korosif dan depolimerisasi yang berlebihan. Ekstraksi kitin dapat dilakukan melalui fermentasi asam laktat dengan *Lactobacillus spp.* kemudian deproteinisasi secara kimiawi (Cira dkk., 2000); atau fermentasi dengan *Bacillus licheniformis* F11, kemudian mineralisasi secara kimiawi (Bisping dkk., 2005). Fermentasi asam dapat dilakukan dengan kapang *Aspergillus niger* yang mampu menurunkan pH substrat.

Faktor yang menentukan kualitas produk bioproses limbah udang windu adalah tahapan dan kondisi proses dari setiap tahapan. Tahapan proses yang dimaksud adalah perombakan protein secara enzimatik (deproteinasi) kemudian dilanjutkan pelepasan mineral (mineralisasi) dan sebaliknya, yaitu mineralisasi terlebih dahulu kemudian dilanjutkan deproteinasi. Kondisi proses antara lain dosis inokulum, jenis mikroba, dan waktu bioproses. Mikroba yang digunakan pada proses deproteinasi adalah *Bacillus licheniformis* dan pada proses mineralisasi adalah *Aspergillus niger* (Hatt & Gantt, 1978). Selanjutnya faktor dosis inokulum dan waktu bioproses dioptimasi untuk memperoleh produk yang berkualitas.

Tujuan penelitian adalah mempelajari serta menentukan dosis inokulum dan

waktu bioproses yang tepat pada tahapan deproteinasi oleh *Bacillus licheniformis* dan mineralisasi oleh *Aspergillus niger* terhadap nilai gizi produk (protein kasar, serat kasar, kalsium dan fosfor). Oleh karenanya dilakukan penelitian dengan judul “Bioproses Limbah Udang Windu melalui Tahapan Deproteinasi dan Mineralisasi untuk Meningkatkan Kandungan Gizi Pakan”.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat Percobaan

Substrat Fermentasi: Substrat yang digunakan dalam penelitian adalah limbah udang windu segar berupa kepala, kulit dan ekor dari pengolahan udang beku yang diperoleh dari PT. Naga Emas, Jakarta.

Mikroba: *Bacillus licheniformis* digunakan dalam proses deproteinasi, dan *Aspergillus niger* digunakan dalam proses mineralisasi. Mikroba diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi, Institut Teknologi Bandung.

Zat Kimia: Zat kimia yang digunakan terdiri dari: Glukosa, yeast extract, nutrient broth, Potasium permanganat, Sodium oksalat, aquades, NaCl, Buffer borat, Buffer fosfat, Buffer sitrat, Buffer bikarbonat, dan Bovin serum albumin.

Alat Percobaan:

Stoples stenles, sebagai reaktor selama proses fermentasi, Auto-shakerbath (waterbath, termostat, termometer, water heater dan motor penggerak) dan fermentor, sebagai ruang selama proses fermentasi, Autoclave, berfungsi untuk mensterilkan alat dan bahan fermentasi. Sterilisasi dilakukan pada tekanan 1 atm dan suhu 121 °C selama 20 menit, Cawan petri untuk pembiakan mikroba (perhitungan jumlah koloni). pH meter untuk mengukur pH selama proses fermentasi, Spektrofotometer untuk mengukur protein dan mineral terlarut, Tabung reaksi untuk membuat pengenceran hasil fermentasi beserta rak tabung reaksi untuk menyimpannya, Sentrifuse Nimac CR 21G untuk memisahkan antara padatan dan cairan substrat, Erlenmeyer dan labu ukur untuk homogenisasi media agar, Timbangan

Sartorius untuk menimbang bahan yang dipergunakan dalam penelitian, Kapas dan alumunium foil untuk menutup alat-alat pada saat sterilisasi kering, Pipet untuk mengambil sampel.

Penelitian dilakukan dalam tiga tahap, yaitu:

Tahap Persiapan: Limbah udang segar (kulit, kepala, dan ekor) dicuci, kemudian disterilisasi, serta ditentukan kandungan air dan bahan keringnya.

Tahap Deproteinasi: 250 g limbah udang direbus dalam 1000 ml aquadest selama 30 menit, kemudian disaring dan diambil kaldunya, selanjutnya ditambahkan 15 g sukrosa, 9 g NaCl dan 7 g agar batang, dan disterilisasi. Pembuatan larutan mineral terdiri atas campuran CONH_2 0,5%, NaCl 0,5 %, KH_2PO_4 0.4%, dan MgCl 0,1% (b/v) dalam 1000 ml aquadest, kemudian disterilisasi (Hatt & Gantt, 1978). Biakan murni *Bacillus licheniformis* diinokulasikan ke dalam tabung reaksi berisi media-kaldu, kemudian diencerkan 10 kali dengan larutan mineral, selanjutnya diinkubasi pada suhu 50 °C selama 4 hari (inokulum primer). 90 ml media-kaldu dan larutan mineral kemudian ditambah 1 g nutrient broth, selanjutnya ditambahkan 10 ml inokulum primer (biakan *Bacillus licheniformis*) dan diinkubasi dalam *Auto-shakerbath*. Inokulum yang sudah jadi (inokulum sekunder), dihitung jumlah sel mikrobanya dengan menggunakan metode *Total Plate Count*. Jumlah sel mikroba yang diperoleh adalah $4,44 \times 10^9 \text{ CFU (colony forming unit)}$ per ml. Bioproses pada *auto-shakerbath*: Limbah udang steril (kepala, kulit dan ekor) dimasukkan ke dalam 27 buah stoples stainles (masing-masing sebanyak 250 g), kemudian diinokulasi dengan inokulum *Bacillus licheniformis* sesuai dengan perlakuan, yaitu dosis inokulum $D_1 = 3$ persen (v/b); $D_2 = 4$ persen (v/b); dan $D_3 = 5$ persen (v/b) pada suhu 50 °C (Bisping dkk., 2005), selanjutnya dimasukkan ke dalam *auto-shakerbath* pada putaran 120 rpm. Proses fermentasi dilakukan selama 3 hari (W_1); 4 hari (W_2); dan 5 hari (W_3). Setelah deproteinasi, dilanjutkan dengan mineralisasi.

Tahap Mineralisasi: 250 g toge kacang hijau dimasak dalam 1000 ml aquadest selama 2,5 jam kemudian disaring dan diambil kaldunya, selanjutnya ditambahkan 15 g sukrosa, 9 g NaCl, dan 7 g agar batang dan disterilisasi. Pembuatan larutan mineral terdiri atas 0,5 % ekstrak yeast, 0,5% CONH_2 , 0,05% KCl, 0,05% MgSO_4 , 0,01% FeSO_3 , dan 0,001% CuSO_4 (b/v) dalam 1000 ml aquadest, kemudian disterilisasi (Hatt & Gantt, 1978). Biakan murni *Aspergillus niger* diinokulasikan ke dalam tabung reaksi berisi media-kaldu, kemudian diencerkan 10 kali dengan larutan mineral, selanjutnya diinkubasi pada suhu 35 °C selama 3 hari (inokulum primer). 90 ml media-kaldu dan larutan mineral kemudian ditambah 1 g nutrient broth, selanjutnya ditambahkan 10 ml inokulum primer (biakan *Aspergillus niger*) dan diinkubasi dalam fermentor. Inokulum yang sudah jadi (inokulum sekunder), dihitung jumlah sporanya dengan menggunakan metode *Total Plate Count*. Jumlah spora yang diperoleh adalah $3,48 \times 10^9 \text{ CFU}$ per ml. Produk deproteinasi ditambahkan tepung tapioka sebanyak 15 % (b/b), kemudian dimasukkan inokulum *Aspergillus niger* sesuai dengan perlakuan, yaitu $D_1 = 2$ persen (v/b); $D_2 = 3$ persen (v/b); dan $D_3 = 4$ persen (v/b), lalu diinkubasi pada suhu 35 °C selama 2 hari (W_1); 3 hari (W_2); dan 4 hari (W_3) dalam fermentor. Setelah masing-masing proses selesai, selanjutnya dilakukan sterilisasi pada suhu 121 °C tekanan 1 atm selama 20 menit. Produk bioproses dianalisis kandungan protein kasar, serat kasar, kalsium, dan fosfor.

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Penelitian dilakukan secara eksperimen dengan rancangan tersarang. Faktor A dosis inokulum (*Bacillus licheniformis* $D_1 = 3\%$ (v/b), $D_2 = 4\%$ (v/b), dan $D_3 = 5\%$ (v/b); dan *Aspergillus niger* $D_1 = 2\%$ (v/b), $D_2 = 3\%$ (v/b), dan $D_3 = 4\%$ (v/b)); dan faktor B adalah waktu bioproses (*Bacillus licheniformis* $W_1 = 3$ hari, $W_2 = 4$ hari, dan $W_3 = 5$ hari; dan *Aspergillus niger* $W_1 = 2$ hari, $W_2 = 3$ hari, dan $W_3 = 4$ hari). Faktor B tersarang pada faktor A, dan masing-masing

diulang 3 kali. Percobaan terdiri atas: (1) Deproteinasi dilanjutkan mineralisasi (DP-M), dan (2) Mineralisasi dilanjutkan deproteinasi (M-DP). Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam, dan perbedaan pengaruh antar perlakuan dengan Uji Jarak Berganda Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rataan kandungan protein kasar, serat kasar, kalsium dan fosfor produk deproteinasi-mineralisasi (DP-M) dan mineralisasi-deproteinasi (M-DP) pada setiap perlakuan dianalisis melalui Sidik Ragam, dan hasilnya menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0.05$) terhadap kandungan gizi produk. Guna mengetahui pengaruh dosis inokulum pada setiap perlakuan, dilakukan uji jarak berganda Duncan yang hasilnya dapat ditelaah pada Tabel 1.

Hasil penelitian menggambarkan bahwa D_2 merupakan dosis efektif dalam menghasilkan kandungan gizi limbah udang windu yang optimal secara mikro biologis melalui bioproses. Jumlah mikroba yang ditanam sangat menentukan kualitas produk bioproses (Winarno, 1980; Fardiaz, 1988). Tabel 1 membawa pengertian bahwa proses M-DP memerlukan tingkat dosis inokulum yang lebih tinggi dibandingkan dengan proses DP-M untuk menghasilkan kandungan kalsium produk. Guna mengetahui pengaruh waktu pada dosis inokulum terhadap kandungan gizi produk, dilakukan uji jarak berganda Duncan yang hasilnya disajikan pada Tabel 2 dan 3.

Tingkat dosis inokulum dan waktu bioproses berkaitan dengan besaran populasi mikroba yang berpeluang terhadap cepat tidaknya perkembangan mikroba dalam memproduksi enzim untuk merombak substrat, sehingga pada gilirannya berpengaruh

Tabel 1. Uji Duncan Pengaruh Dosis Inokulum terhadap Kandungan Gizi Produk.

Perlakuan	Protein kasar		Serat kasar		Kalsium		Fosfor	
	DP-M	M-DP	DP-M	M-DP	DP-M	M-DP	DP-M	M-DP
	(%).....							
D_1 (B.l. 3% + A.n 2%)	44,53 ^a	44,54 ^a	14,41 ^a	14,18 ^a	6,73 ^a	6,86 ^a	1,85 ^a	1,86 ^a
D_2 (B.l. 4% + A.n 3%)	48,34 ^b	47,45 ^b	10,37 ^b	10,21 ^b	6,87 ^{ab}	7,00 ^b	1,99 ^c	1,96 ^b
D_3 (B.l. 5% + A.n 4%)	49,04 ^b	48,03 ^b	9,80 ^b	9,44 ^b	6,92 ^b	7,17 ^c	1,96 ^b	1,97 ^b

Tabel 2. Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Waktu Bioproses pada Dosis Inokulum terhadap Kandungan Gizi Produk.

Perlakuan	Protein kasar		Serat kasar		Kalsium	Fosfor	
	DP-M	M-DP	DP-M	M-DP	DP-M	DP-M	M-DP
.....(%).....							
D ₂ W ₁ (B.l. 4%; 3 h + A.n 3%; 2 h)	45,92 ^a	45,34 ^a	12,22 ^a	12,17 ^a	6,68 ^a	1,93 ^a	1,90 ^a
D ₂ W ₂ (B.l. 4%; 4 h + A.n 3%, 3 h)	49,54 ^b	48,13 ^b	9,62 ^b	9,29 ^b	6,94 ^b	2,01 ^b	1,98 ^b
D ₂ W ₃ (B.l. 4%; 5 h + A.n 3%; 4 h)	49,57 ^b	48,88 ^b	9,26 ^b	9,18 ^b	6,99 ^b	2,03 ^b	2,00 ^b

Ket: - Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama dalam tiap kolom tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 0,5%

- D = Dosis; B.l. = *Bacillus licheniformis*; A.n. = *Aspergillus niger*
- DP-M = Deproteinasi-mineralisasi; M-DP = Mineralisasi-deproteinasi.

terhadap produk akhir. Semakin tinggi dosis inokulum dan waktu bioproses digunakan, maka semakin banyak populasi mikroba dan dan hal yang sama pula terhadap komponen substrat yang dirombak. Kendatipun demikian, eksistensi jumlah mikroba yang terlalu banyak membuat sporulasi terlalu cepat, sehingga mikroba tidak tumbuh dengan optimal (Battley & Edwin, 1987; Tjahyadi, 1990). Perubahan komposisi kimia substrat dikarenakan oleh adanya aktivitas mikroba (*Bacillus licheniformis* dan *Aspergillus niger*) yang merubah molekul-molekul kompleks menjadi yang lebih sederhana (Skinner & Carr, 1981; Hall & De Silva, 1992; Ratledge, 1994; Balia, 1996).

Tabel 3. Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Waktu Bioproses pada Dosis Inokulum terhadap Kalsium Produk Proses M-DP.

Perlakuan	Rataan Kalsium Produk	Signifikansi (0,05)
.....(%).....		
D ₃ W ₁ (A.n. 4%, 2 hari + B. l. 5%, 3 hari)	6,98	a
D ₃ W ₂ (A.n. 4%, 3 hari + B. l. 5%, 4 hari)	7,25	b
D ₃ W ₃ (A.n. 4%, 4 hari + B. l. 5%, 5 hari)	7,27	b

Ket: - Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama dalam tiap kolom tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 0,5%
 - D = Dosis; W = Waktu; h = hari; B.l. = *B. licheniformis*; A.n. = *A. Niger*.
 - DP-M = Deptoteinasi-mineralisasi; M-DP = Mineralisasi-deptoteinasi.

Kandungan gizi produk yang rendah disebabkan oleh waktu bioproses lebih pendek sehingga populasi mikroba belum mencapai puncaknya, dan berdampak terhadap produksi enzim tidak optimal. Begitu pula waktu bioproses yang terlalu lama mengakibatkan zat-zat makanan pada substrat berkurang, sehingga proses fermentasi tidak efektif.

Fakta yang diperoleh bahwa untuk mendapatkan kandungan gizi terbaik telah ditemukan pada perlakuan D₂W₂, baik

pada proses DP-M (*Bacillus licheniformis* 4% selama 4 hari yang dilanjutkan dengan *Aspergillus niger* 3% selama 3 hari), maupun proses M-DP (*Aspergillus niger* 3% selama 3 hari yang dilanjutkan dengan *Bacillus licheniformis* 4% selama 4 hari).

SIMPULAN

Pola deproteinisasi-mineralisasi proses fermentasi limbah udang windu (bioproses) menggunakan *Bacillus licheniformis* dosis 4 % selama 4 hari yang dilanjutkan dengan *Aspergillus niger* dosis 3% selama 3 hari sangat efektif terhadap pencapaian kandungan protein kasar (49,54%), kalsium (6,94%), dan fosfor (2,01%) tinggi, serta diikuti kandungan serat kasar rendah (9,62%).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Nutrisi Ternak Unggas, Non ruminansia dan Industri Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Unpad, serta sdr. Jondri, ST. atas terlaksananya penelitian dan penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Balia, R.L. 1996. Pertumbuhan dan Perubahan Komposisi Kimiawi pada Susu Difermentasi oleh Yeast *Debaryomyces hansenii* dan *Saccharomyces cerevisiae*. Media Kedokteran Hewan. Vol. 12 No. 2.
- Battley and H. Edwin. 1987. Energetics of Microbial Growth. John Wiley and Sons, New York.
- Bisping, B., G. Daun & G. Haegen. 2005. Aerobic Deproteinization and Decalcification of Shrimp Wastes for Chitin Extraction. Discussion Forum "Prospect of Chitin Production and Application in Indonesia". Held on, 14th September 2005, BPPT 1st building, 9th floor, Jakarta.

- Cira, L.A., S. Huerta, I. Guerrero, R. Rosas, G.M Hall & K. Shirai. 2000. Scalling up of Lactic Acid Fermentation of Prawn Waste in Packed-Bed Column Reactor for Chitin Recovery. In: *Advan Chitin Sci.*, vol. 4, Peter, M.G., A Domard, and R.A.A. Muzzarelli (eds).
- Hatt, H.D. & M.J. Gantt. 1978. *The American Type Culture Collection*. 3th Edition. Rockville, Maryland.
- Fardiaz, S. 1988. *Fisiologi Fermentasi*. Pusat Antar Universitas, IPB, Bogor.
- Hall, G.M. & S. De Silva. 1992. Lactic acid fermentation of shrimp (*Penaeus monodon*) waste for chitin recovery, in *Advances in Chitin and Chitosan*, (eds. Brine, C.J., Sandford, P.A., and Zikakis, J.P), Elsevier Applied Science, London, 1992, pp. 633-668.
- Motoh, H. 1986. *Biology and Ecology of Penaeus monodon*. SEAFDEC Asian Aquaculture. Vol 8 no 2 : 3 – 7.
- Ratledge, C. 1994. *Biochemistry of Microbial Degradation*. Kluwer Academic Publishers, London.
- Skinner, F.A. & J.G. Carr. 1981. *Microbiology in Agriculture Fisheries and Food*. Second Ed. Academic Press Inc., London.
- Stephen, A.M. 1995. *Food Polysaccharides and Their Application*. Marcel Dekker Inc., New York.
- Tjahyadi, C. 1990. *Teknologi Pengolahan Bahan-bahan Makanan*. Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Winarno, F.G. 1980. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia, Jakarta.