

Stimulasi Molting dan Pertumbuhan Kepiting Bakau (*Scylla* sp.) Melalui Aplikasi Pakan Buatan Berbahan Dasar Limbah Pangan yang Diperkaya dengan Ekstrak Bayam

Siti Aslamyah dan Yushinta Fujaya

Jurusan Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Jalan Perintis Kemerdekaan Km 10, Makassar 90245 Telp./faks. +62-0411-586025; HP. 081342765705, e-mail siti_aslamyah_uh@yahoo.co.id

Abstrak

Ekstrak bayam mengandung fitoekdisteroid yang dikenal sebagai stimulan molting pada kepiting. Selain melalui injeksi, aplikasi ekstrak bayam melalui pakan buatan juga terbukti mampu mempercepat molting dan pertumbuhan kepiting bakau. Kendala yang dihadapi pakan buatan yang digunakan masih mahal karena berbahan dasar ikan dengan kandungan protein yang tinggi, sehingga perlu diformulasi pakan buatan khusus kepiting yang berkualitas, murah dan ramah lingkungan, serta disukai oleh kepiting. Tujuan dari penelitian ini untuk mengevaluasi pakan buatan berbahan dasar limbah pangan yang diperkaya ekstrak bayam yang dapat memberikan respon molting dan pertumbuhan terbaik pada kepiting, serta efisien di produksi dalam skala besar. Empat pakan buatan dengan berbagai kadar protein (P) dan karbohidrat (K) digunakan pada penelitian ini, yaitu pakan A (46,84% P; 33,33% K), B (41,57% P; 38,29% K), C (35,62% P; 44,32% K), dan D (30,62% P; 49,13% K), sebagai kontrol pakan berbahan dasar non limbah. Selama penelitian, kepiting dipelihara secara individu dalam karamba yang di letakkan di tambak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pakan D dengan kadar protein 30,62% dan karbohidrat 49,13% serta diperkaya dengan ekstrak bayam (700 ng/g kepiting) memberikan hasil terbaik dalam menginduksi molting kepiting bakau. Dapat disimpulkan, pakan buatan yang digunakan sebaiknya mempunyai kadar nutrien yang seimbang dan merupakan campuran berbagai bahan baku pakan agar kandungan nutriennya saling melengkapi.

Kata kunci : Ekstrak bayam, kepiting bakau, limbah pangan, molting, pakan buatan

Abstract

Spinach extracts contains phytoecdysteroid, a substance which is well known to stimulate molting in crabs. In addition through injection, artificial feed that contains spinach extract had been proven to accelerate molting and growth on mud crabs. The problem faced in utilizing the artificial feed is related to its expensive cost, since it's mainly produced from fish based materials with a very high protein concentration. Thus, it is essential to formulate a special artificial feed for crabs which have a quality, inexpensive, environmentally friendly, and liked by the crabs. The purpose of this study was to evaluate artificial feed made from food waste enriched with spinach extracts, which can provide the best growth response and molting in crabs, as well as efficient to be produced in large scale. Four artificial diets with different protein levels (P) and carbohydrates (K) used in this study were feed A (P: 46,84%; K: 33,33%), B (P: 41,57%; K: 38,29%), C (P: 35,62%; K: 44,32%) and D (P: 30,62%; K: 49,13%), and as control is feed derived from non-waste materials. During the test, crab was culture individually in cages placed in ponds. The results showed that the feed D with 30,62% of protein and 49,13% of carbohydrates and enriched with spinach extract (700 ng/g crab), gives the best results in inducing molting of mud crabs. In conclusion, artificial feed should consist of a mixture of various raw materials, so that their nutrients can be balanced and complementary.

Key words : Spinach extract, mud crab, food waste, molting, artificial feed

Pendahuluan

Berkembangnya usaha budidaya kepiting, baik kepiting cangkang keras maupun cangkang lunak menuntut inovasi teknologi yang sifatnya

aplikatif, sehingga dapat mengatasi berbagai permasalahan yang muncul dalam usaha pembudidayaannya. Salah satu terobosan penting yang telah dilakukan oleh Fujaya *et al.* (2007) adalah ditemukannya stimulan molting yang berasal dari

ekstrak bayam. Penemuan ini sangat menjanjikan untuk teknologi produksi kepiting cangkang lunak (*soft shell*) yang telah ada sebelumnya dengan cara mutilasi (Karim, 2007). Dijelaskan bahwa produksi *soft shell* atau kepiting cangkang lunak dengan mutilasi atau induksi autotomi dilakukan dengan pelepasan organ capit dan kaki jalan, kecuali kaki renang. Fujaya *et al.* (2007) menyatakan bahwa proses produksi secara mutilasi dinilai tidak begitu layak dan efektif untuk diterapkan karena selain mortalitas yang sangat tinggi juga adanya penolakan oleh negara konsumen.

Penggunaan ekstrak bayam yang diberikan dengan cara penyuntikan dirasakan kurang efisien dilakukan dalam skala besar (Fujaya *et al.*, 2008). Upaya lain yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan pakan buatan sebagai media aplikasi ekstrak bayam. Berdasarkan uji yang telah dilakukan terbukti bahwa ekstrak bayam dapat diberikan melalui pakan buatan, dan efektif mempercepat molting dan meningkatkan pertumbuhan (Fujaya *et al.*, 2009).

Kegiatan ini memerlukan adanya dukungan inovasi teknologi pakan buatan khusus kepiting yang dapat mendukung produksi kepiting cangkang lunak khususnya dan budidaya kepiting pada umumnya. Penelitian pendahuluan yang telah dilakukan berhasil memformulasi pakan buatan dengan tingkat *water stability* tinggi yang dicirikan dengan tekstur pakan yang kompak dan tidak mudah terdispersi, tahan terendam 24 jam dalam air, dan yang terpenting adalah disukai kepiting. Walaupun demikian, pakan buatan tersebut berbahan dasar ikan dengan kandungan protein yang tinggi, yaitu 51% serta belum efisien dalam proses pembuatannya. Aslamyiah & Fujaya (2009) memodifikasi formulasi pakan dengan substitusi bahan baku nabati, yaitu tepung kedelai, tepung jagung, dan ubi kayu sebagai binder. Pakan yang dihasilkan dengan kadar protein 47% dan karbohidrat 34% efektif menstimulasi molting kepiting bakau lebih tinggi dibandingkan pakan dengan bahan dasar ikan dan kontrol ikan rucah.

Protein merupakan zat terpenting dari semua zat gizi yang diperlukan ikan karena merupakan zat penyusun dan sumber energi utama bagi ikan (NRC, 1988). Namun, protein merupakan sumber energi yang mahal dalam pakan, terutama protein yang berasal dari ikan. Disamping itu, penggunaan protein yang tinggi sebagai sumber energi menyebabkan kelebihan nitrogen akan dibuang dalam bentuk amoniak melalui sistem ekskresi (Cho & Kaushik, 1985). Optimalisasi kadar protein dan meningkatkan kadar karbohidrat dalam komposisi pakan buatan dapat menurunkan harga pakan. Menurut Anderson *et al.* (2004) *digestibility* (kecernaan) kepiting pada

serat dan semua bahan baku pakan sumber nabati sangat tinggi, yaitu berkisar 94,4–96,1%. Hal ini mengindikasikan bahwa kepiting mempunyai kapasitas untuk mencerna serat atau bahan baku pakan sumber nabati sebagai sumber energi, sehingga memungkinkan untuk memproduksi pakan buatan yang lebih murah. Dijelaskan pula bahwa kisaran kadar protein untuk pakan kepiting adalah 34-54%. Menurut Aslamyiah (2000) salah satu upaya penurunan komposisi protein dalam pakan, tanpa mengganggu pertumbuhan organisme budidaya adalah dengan menggunakan hormon steroid. Hal ini terjadi, karena hormon steroid merupakan reseptor yang membawa protein masuk ke dalam sel, sehingga dapat mengaktifkan metabolisme protein. Ekstrak bayam yang merupakan *fitoekdisteroide* termasuk golongan steroid, apabila ditambahkan ke dalam pakan, di samping dapat mempercepat molting dan pertumbuhan, juga diharapkan meningkatkan efisiensi pemanfaatan protein pakan.

Berdasarkan uraian diatas, perlu dikaji produksi pakan buatan yang berkualitas, yaitu memenuhi kualitas fisik, organoliptik dan nutrisi untuk pakan kepiting bakau, tapi murah dan ramah lingkungan. Pakan yang dihasilkan apabila diperkaya ekstrak bayam diharapkan memberikan respon molting dan pertumbuhan yang terbaik, serta efisien kalau diproduksi dalam skala besar.

Materi dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September-Desember 2009. Pembuatan pakan dan ekstrak bayam dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Perikanan, Pusat Kegiatan Penelitian, Unhas, pemeliharaan kepiting uji dilakukan di Tambak Kepiting di Desa Bawanamaranna, Kecamatan Lau, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan, sedangkan analisis proksimat pakan buatan dan tubuh kepiting, serta kadar glukosa dan glikogen otot dilakukan di Laboratorium Nutrisi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB.

Perlakuan yang diuji adalah empat pakan buatan berbentuk pellet dengan berbagai kadar protein dan karbohidrat. Keempat pakan tersebut diformulasi dengan substitusi limbah pangan. Pakan kontrol yang digunakan dengan kadar protein dan karbohidrat pakan 47,2% dan 34,4% diformulasi dengan substitusi bahan baku non limbah (Aslamyiah & Fujaya, 2009). Bahan baku dan komposisi pakan, serta hasil analisis proksimat bahan baku dan pakan disajikan pada Tabel 1. Masing masing pakan uji dan kontrol diperkaya ekstrak bayam dengan dosis 700 ng/g kepiting (Fujaya *et al.*, 2009). Ekstrak bayam dilarutkan dengan etanol 80% dengan perbandingan

1:1 kemudian dihomogenkan. Larutan ditambah etanol 80% sampai 20 mL/kg pakan dan disemprotkan secara merata ke pakan uji, kemudian pakan dikeringanginkan. Pakan selanjutnya disimpan hingga siap untuk digunakan. Pakan uji tersebut diuji biologis pada kepiting bakau (*Scylla sp.*) dengan faktor kondisi (FK) 0,22. Kepiting diperoleh dari pengepul kepiting di Kabupaten Maros.

Pemeliharaan dilakukan secara individu dalam karamba yang terbuat dari bambu berukuran panjang, lebar, dan tinggi masing-masing 200 x 100 x 25 cm yang disekat menjadi 40 kotak dengan ukuran 20 x 25 x 25 cm. Karamba yang digunakan berjumlah 2 buah yang disusun berdekatan dan ditempatkan di dalam tambak dengan kedalaman ± 100 cm.

Kepiting uji kemudian diadaptasikan selama 4 hari dengan kondisi lingkungan penelitian. Sebelum diberi perlakuan, dilakukan penimbangan bobot awal kepiting uji dengan menggunakan timbangan elektrik dan pengukuran lebar karapas dengan menggunakan mistar geser. Kepiting yang telah lolos sortir dijadikan sampel, masing-masing 15 ekor per perlakuan. Ukuran berat kepiting uji 100 ± 1,2 g dan lebar karapas 78 ± 2,7 mm. Setelah itu kepiting uji tersebut *ditagging* dengan menggunakan marker pada bagian dorsal karapas untuk memudahkan dalam pengamatan dan dimasukkan dalam karamba. Pemberian pakan buatan sebanyak 5% dari bobot tubuh/hari dan dilakukan 2 kali sehari (2% pagi dan 3% sore hari). Pemberian pakan yang diperkaya dengan ekstrak bayam dilakukan sampai hari ke 11, hari selanjutnya diberi pakan uji tanpa ekstrak bayam mengikuti metode Fujaya *et al.* (2009).

Pergantian air dilakukan setiap hari mengikuti ketinggian pasang surut. Pengukuran kualitas air dilakukan selama pemeliharaan kepiting, meliputi : suhu, salinitas, oksigen terlarut, pH, dan amoniak. Suhu diukur menggunakan termometer, salinitas dengan handrefractometer, oksigen terlarut dengan DO meter, pH dengan pH meter, dan amoniak dengan spektrofotometer.

Pengamatan secara visual dilakukan setiap hari untuk mengontrol perkembangan kepiting uji setelah pemberian pakan sampai kepiting uji tersebut mengalami molting. Satu jam setelah terjadi molting, dilakukan pengambilan data akhir dengan menimbang dan mengukur lebar karapas kepiting uji. Peubah yang diamati adalah persentase molting, mortalitas, pertumbuhan, mutlak setelah molting, laju pertumbuhan relatif, kadar glukosa dan glikogen, dan komposisi kimia tubuh kepiting. Persentase molting dihitung berdasarkan pada perbandingan jumlah kepiting yang molting dengan jumlah awal kepiting. Mortalitas dihitung berdasarkan pada perbandingan

jumlah kepiting yang molting dengan jumlah awal kepiting. Mortalitas dihitung berdasarkan pada perbandingan jumlah kepiting yang mati dengan jumlah awal kepiting. Pertumbuhan mutlak setelah molting dihitung berdasarkan selisih berat setelah molting dengan berat awal kepiting.

Laju pertumbuhan relatif dihitung berdasarkan rumus (Takeuchi, 1988).

$$LPR = \frac{Wt - Wo}{Wo} \times 100$$

Di mana: LPR = laju pertumbuhan relatif (%)
 Wt = rata-rata berat akhir kepiting (g)
 Wo = rata-rata berat awal kepiting (g)

Kadar glukosa dan glikogen tubuh kepiting uji diukur pada awal dan setelah 15 hari masa percobaan. Otot diambil dari bagian dorsal. Prosedur analisis kadar glukosa dan glikogen mengikuti metode Wedemeyer & Yasutake (1977). Bersamaan dengan pengukuran kadar glikogen, dilakukan juga pengukuran komposisi kimia tubuh kepiting dengan analisis proksimat.

Semua data pengamatan yang diperoleh pada penelitian ini dianalisis secara deskriptif, yaitu dengan membandingkan hasil yang diperoleh antar perlakuan, serta membandingkan dengan literatur pendukung.

Hasil dan Pembahasan

Persentase molting (Tabel 2) tertinggi diperlihatkan kepiting uji pada perlakuan pakan D (30,62% P; 49,13% K) 100%, diikuti perlakuan pakan C (35,62% P; 44,32% K) 66,67%, perlakuan pakan B (41,57% P; 38,29% K) 53,33%, dan perlakuan pakan A (46,84% P; 33,33% K) dengan persentase molting terendah, yaitu 46,67%. Respon molting kepiting bakau yang berbeda pada berbagai jenis pakan buatan berekstrak bayam terjadi karena perbedaan komposisi bahan baku yang digunakan dalam formulasi pakan yang berakibat pada perbedaan dalam kadar nutrisi pakan (Tabel 1). Kepiting membutuhkan pakan untuk mempertahankan eksistensi hidup serta pertumbuhan, dan akan bertumbuh dengan baik jika pakan yang tersedia mengandung semua unsur-unsur nutrisi yang dibutuhkan dalam kadar yang optimal. Menurut Gutierrez-Yurrita & Montes (2001) komposisi nutrisi pakan esensial akan menentukan pertumbuhan dan efisiensi pakan organisme.

Persentase molting tertinggi dan tercepat yang diperlihatkan kepiting uji pada perlakuan pakan D (30,62% P; 49,13% K) dengan kadar protein terendah dibandingkan perlakuan pakan lain. Hal ini merupakan

respon positif dari ekstrak bayam. Ekstrak bayam adalah stimulan molting yang mengandung hormon molting (*fitoekdisteroid*). Hasil penelitian Fujaya *et al.* (2007) menunjukkan bahwa penyuntikan ekstrak bayam pada kepiting dapat mempercepat dan menyerentakkan molting, tidak menyebabkan kematian, pertumbuhan kepiting yang mendapat aplikasi ekstrak bayam lebih besar dibandingkan tanpa aplikasi ekstrak bayam. Gunamalai *et al.* (2003) mengemukakan ekdisteroid merupakan hormon steroid utama pada arthropoda yang memiliki fungsi utama sebagai hormon molting, selain itu juga mengatur fungsi fisiologi, seperti pertumbuhan, metamorfosis, dan reproduksi. Hormon ini disekresi oleh organ Y dalam bentuk ecdysone. Di dalam hemolimph, hormon ini dikonversi menjadi hormon aktif 20-hydroxyecdysone oleh enzim 20-hydroxylase terdapat di epidermis organ dan jaringan tubuh lainnya. Titer 20-hydroxyecdysone dalam sirkulasi bervariasi sepanjang fase molting. Sesaat setelah ecdysis (molting) titernya sangat rendah dan juga sepanjang fase intermolt.

Disamping itu sebagai hormon steroid, fitoekdisteroid diduga memiliki pengaruh anabolic

dengan meningkatkan sintesa protein. Donalson *et al.* (1978) mengemukakan metabolik steroid yang paling menonjol adalah digiatkannya metabolisme protein. Beberapa hasil penelitian menunjukkan terjadi peningkatan pertumbuhan pada ikan budidaya yang diberi pakan mengandung hormon steroid sintetik 17 α -metyltestosteron. Aslamyah (2000) melaporkan bahwa aplikasi 17 α -metyltestosteron dalam pakan efektif menurunkan penggunaan protein pakan sampai 20% dan terbukti meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan betutu. Preston & Dinan (2002) mengemukakan bahwa ekdisteroid juga berperan meningkatkan pembentukan protein melalui peningkatan sintesis mRNA. Ekdisteroid juga menstimulasi metabolisme karbohidrat, biosintesis lipid, dan berperan sebagai imunostimulan dan antioksidan (Lafont & Dinan, 2003).

Peningkatan metabolisme protein oleh hormon steroid menyebabkan peningkatan efisiensi penggunaan protein pakan. Walaupun kadar protein pada pakan D (30,62% P; 49,13% K) di bawah rata-rata kebutuhan protein untuk kepiting menurut Anderson *et al.* (2004) dan Karim (2005). Namun demikian, diduga pakan D (30,62% P; 49,13% K)

Tabel 1. Komposisi nutrisi pakan uji pada masing-masing perlakuan pakan

Bahan baku pakan	Komposisi (%)				Hasil analisis proksimat (% bk)					
	A	B	C	D	P	L	BETN	SK	Abu	Air
Ikan	48	38	28	18	70,10	7,84	8,43	1,84	11,79	73,80
Silase limbah ikan	10	10	10	10	72,50	8,80	8,76	3,60	6,34	78,40
Tepung cangkang	10	10	10	10	19,00	7,00	55,97	11,50	6,53	7,04
Bungkil kedelai	5	8	10	15	24,55	5,54	38,67	10,53	20,71	9,25
Tepung Jagung	5	7	10	15	9,54	3,90	77,60	3,53	5,43	10,14
Bungkil kelapa	5	7	10	10	20,23	15,19	33,77	13,57	17,24	11,67
Pollard	15	18	20	20	11,99	1,33	76,25	3,75	6,68	12,32
Vitamin & mineral mix. *)	2	2	2	2						
Total	100	100	100	100						
Komposisi pakan										
Air (%)	10,55	10,16	8,73	12,15						
Abu (% bk)	13,20	13,60	13,94	13,94						
Protein (% bk)	46,84	41,57	35,62	30,62						
Lemak (% bk)	6,63	6,54	6,12	6,31						
BETN (% bk)	29,13	33,06	37,56	41,72						
Serat kasar (% bk)	4,20	5,23	6,76	7,41						
DE (kkal/kg.**)	2904,68	2811,19	2681,42	2625,81						
C/P (DE/g Protein)	6,20	6,76	7,53	8,58						

Keterangan :

*) Komposisi vitamin & mineral mix.

Setiap 10 kg mengandung Vitamin A 12.000.000 IU; Vitamin D 2.000.000 IU; Vitamin E 8.000 IU; Vitamin K 2.000 mg; Vitamin B₁ 2.000 mg; Vitamin B₂ 5.000; Vitamin B₆ 500 mg; Vitamin B₁₂ 12.000 μ g; Asam askorbat 25.000 mg; Calcium-D-Phanthothenate 6.000 mg; Niacin 40.000 mg; Cholin Chloride 10.000 mg; Methionine 30.000 mg; Lisin 30.000 mg; Manganese 120.000 mg; Iron 20.000 mg; Iodine 200 mg; Zinc 100.000 mg; Cobalt 200.000 mg; Copper 4.000 mg; Santoquin (antioksidan) 10.000 mg; Zinc bacitracin 21.000 mg.

**) Hasil perhitungan berdasarkan persamaan energi (NRC, 1988) :

1 g karbohidrat = 2,5 kkal DE
 1 g protein = 3,5 kkal DE
 1 g lemak = 8,1 kkal DE

Tabel 2. Persentase molting dan sintasan kepiting bakau setelah perlakuan berbagai pakan buatan yang diperkaya ekstrak bayam pada setiap periode waktu.

Parameter	Perlakuan Pakan				
	A	B	C	D	Kontrol
Molting (%)					
10 - 20 hari	0	0	0	6,67	6,67
21 - 30 hari	0	6,67	0	33,33	6,67
31 - 40 hari	13,33	6,67	6,67	13,33	13,33
41 - 50 hari	13,33	20,00	13,33	20,00	20,00
51 - 60 hari	20,00	20,00	46,67	26,67	13,33
Total	46,67	53,33	66,67	100	60,00
Tidak molting (%)	40,00	46,67	26,67	0	40,00
Mortalitas (%)	13,33	0	6,67	0	0

Tabel 3. Rata-rata pertumbuhan bobot mutlak (g) dan relatif (%), serta penambahan lebar karapas mutlak (mm) dan relatif (%) setelah molting pada kepiting bakau dengan perlakuan berbagai pakan buatan yang diperkaya ekstrak bayam.

Perlakuan	Rata-rata pertumbuhan bobot setelah molting		Rata-rata penambahan lebar karapas setelah molting	
	Mutlak (g)	Relatif %	Mutlak (mm)	Relatif %
Pakan A	23,58 ± 2,7	23,27 ± 3,5	7,84 ± 0,5	10,18 ± 0,8
Pakan B	23,68 ± 2,9	22,58 ± 3,8	7,73 ± 1,3	9,99 ± 1,6
Pakan C	20,31 ± 1,8	22,33 ± 1,9	6,94 ± 0,9	9,58 ± 1,9
Pakan D	19,50 ± 1,3	20,25 ± 1,5	7,52 ± 0,9	10,38 ± 1,3
Kontrol	23,10 ± 2,5	22,2 ± 2,8	7,27 ± 1,2	8,76 ± 1,7

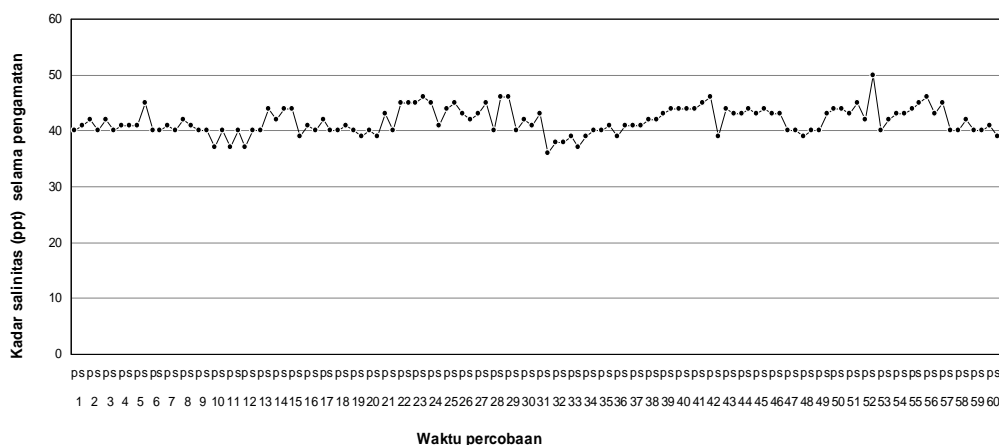
Tabel 4. Hasil analisis proksimat (% bk), serta kadar glukosa dan glikogen otot kepiting setelah 15 hari perlakuan berbagai pakan buatan yang diperkaya ekstrak bayam.

Kepiting dengan perlakuan	Abu (%)	Protein (%)	Lemak (%)	Karbohidrat		Glukosa (mg/100 mL)	Glikogen otot (mg/g)
				Serat Kasar (%)	BETN (%)		
Awal	38,41 ± 0,9	34,92 ± 0,7	5,77 ± 0,5	11,43 ± 0,3	9,47 ± 0,2	7,36 ± 0,3	8,13 ± 0,2
Pakan A	32,73 ± 0,7	37,96 ± 0,6	6,92 ± 0,2	12,55 ± 0,2	9,84 ± 0,1	9,73 ± 0,3	10,24 ± 0,2
Pakan B	31,41 ± 0,5	37,92 ± 0,8	6,77 ± 0,2	11,43 ± 0,4	12,47 ± 0,3	10,02 ± 0,7	10,67 ± 0,5
Pakan C	28,00 ± 0,7	37,23 ± 0,5	8,05 ± 0,3	11,88 ± 0,5	14,84 ± 0,7	11,07 ± 0,2	10,53 ± 0,4
Pakan D	24,67 ± 0,8	37,89 ± 0,5	8,06 ± 0,4	11,97 ± 0,2	17,41 ± 0,7	13,14 ± 0,6	10,86 ± 0,2
Kontrol	30,0 ± 0,6	37,60 ± 0,8	6,34 ± 0,8	10,80 ± 0,8	14,36 ± 0,8	10,56 ± 0,8	11,42 ± 0,3

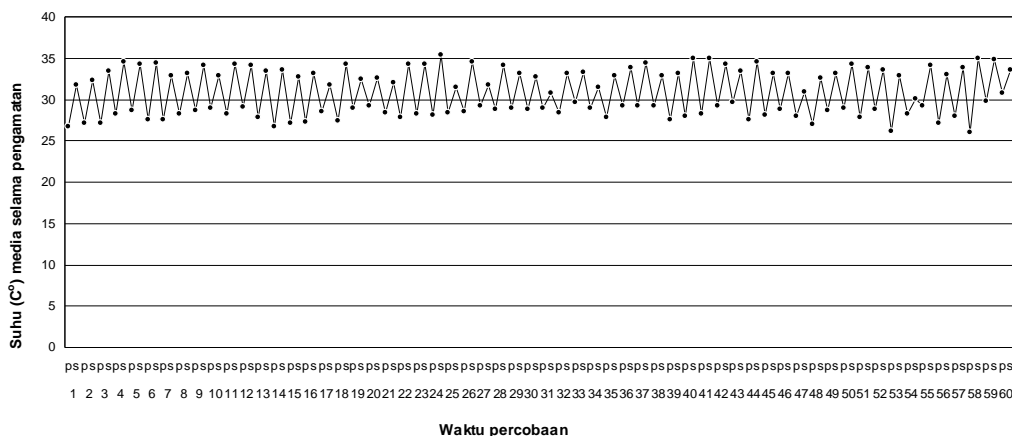
mempunyai imbalanced protein dan energi optimum. Satpathy *et al.* (2003) mengemukakan penggunaan protein maksimum untuk pertumbuhan berhubungan dengan pemasukan protein dan ketersediaan energi nonprotein, yaitu karbohidrat dan lemak. Pemasukan energi nonprotein memperlihatkan penghematan protein katabolisme untuk penyediaan energi dan meningkatkan protein untuk pertumbuhan, suatu proses yang dikenal dengan *protein sparing effect*. Menurut Taboada *et al.* (1998) dan Rosas *et al.* (2001) pakan dengan rasio protein per energi optimum menggambarkan titik keseimbangan antara jumlah energi yang dibutuhkan untuk metabolisme basal dan pertumbuhan. Satpathy *et al.* (2003) mengemukakan bahwa pakan dengan rasio protein per energi optimum akan menghasilkan pertumbuhan dan pemanfaatan pakan yang paling optimal. Peningkatan kadar protein pakan berakibat pada peningkatan pertumbuhan sampai batas tertentu pada kadar energi yang sama. Selanjutnya dijelaskan bahwa pakan yang kandungan energinya kurang menyebabkan terjadinya penggunaan sebagian besar

protein sebagai sumber energi. Sebaliknya jika kandungan energi pakan terlalu tinggi dapat menyebabkan pakan yang dimakan berkurang dan penerimaan nutrisi lain termasuk protein yang diperlukan untuk pertumbuhan juga berkurang (Jobling *et al.*, 2001; Satpathy *et al.*, 2003).

Penggunaan bahan baku dari limbah pangan dalam pakan kepiting bakau untuk mensubstitusi bahan baku ikan sangat menjanjikan. Hal ini terlihat pada persentase molting dan pertumbuhan kepiting bakau yang diberi pakan dengan substitusi bahan non limbah (kontrol) menempati urutan ke-3 (Tabel 2) setelah perlakuan pakan D (30,62% P; 49,13% K) dan pakan C (35,62% P; 44,32% K). Komposisi bahan baku yang tepat dan memperhatikan keseimbangan komposisi nutrisi dalam pakan (Tabel 1), dapat menghasilkan persentase molting dan pertumbuhan kepiting bakau yang lebih baik dibandingkan bahan pakan non limbah. Disamping itu, substitusi limbah pangan dapat mengurangi komposisi ikan dalam formulasi pakan kepiting bakau, seperti pada pakan D



Gambar 1. Kadar salinitas air media pemeliharaan selama percobaan



Gambar 2. Suhu air media pemeliharaan selama percobaan

(30,62% P; 49,13% K) dengan persentase molting tertinggi, penggunaan ikan dalam formulasi pakan hanya 18%. Pada penelitian pendahuluan (Fujaya *et al.*, 2009) bahan baku dari ikan yang digunakan adalah 70%. Aslamyah & Fujaya (2009) menggunakan bahan baku dari ikan 48%. Usman *et al.* (2006) melaporkan bahwa tepung limbah ayam potong dapat mensubstitusi tepung ikan sampai 24% dalam pakan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*). Menurut Syah *et al.* (2006) tepung silase usus ayam dapat menggantikan tepung ikan dalam pakan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) sebanyak 20%.

Kisaran kualitas air selama penelitian adalah suhu 26,0–35,4°C; salinitas 36–50 ppt; oksigen terlarut 0,81–6,87 ppm; pH 7–8; dan amoniak 0,001–0,002 ppm. Terlihat bahwa kondisi kualitas air yang ekstrim terutama salinitas dan suhu (Gambar 1 dan 2) pada lokasi percobaan kurang mendukung pemeliharaan kepiting bakau. Akibatnya, dibandingkan beberapa hasil penelitian terdahulu, waktu yang dibutuhkan untuk menginduksi molting pada penelitian ini relatif lebih lama. Menurut Kuntinyo *et al.* (1994) salinitas dan suhu untuk

budidaya kepiting bakau di tambak masing-masing berkisar 15–30 ppt dan 26–32°C. Karim (2008a) menemukan salinitas optimal yang mempengaruhi kerja metabolisme tubuh kepiting bakau (*Scylla olivacea*) adalah 25 ppt. Kisaran salinitas selama penelitian adalah 36–50 ppt dan suhu 26–35°C.

Kisaran salinitas yang tinggi dibandingkan kisaran kebutuhan optimal menyebabkan kepiting uji menjadi stres. Wedemeyer & MCleay (1981), serta Adams (1990) mengemukakan stres menggambarkan kondisi terganggunya homeostasis hingga berada di luar batas normalnya, serta proses-proses pemulihan untuk memperbaikinya. Dalam kondisi stres terjadi realokasi energi metabolik dari aktivitas investasi (pertumbuhan dan reproduksi) menjadi aktivitas untuk memperbaiki homeostasis, seperti respirasi, pergerakan, regulasi hidro-mineral dan perbaikan jaringan (Wendelaar, 1997). Tinggi atau rendahnya salinitas media pemeliharaan sangat berpengaruh terhadap tingkat osmoregulasi kepiting (Karim, 2008b). Akibatnya pemanfaatan energi pakan untuk pertumbuhan kepiting, termasuk sintesis materi metabolisme dan kekebalan tubuh dapat terganggu.

Pada saat ini glukosa sangat dibutuhkan sebagai sumber energi untuk proses memperbaiki homeostasis.

Pada penelitian ini terjadi pemanfaatan yang tinggi pada karbohidrat pakan sebagai sumber glukosa. Kepiting uji dengan perlakuan formulasi pakan dengan kadar karbohidrat tinggi memberikan respon persentase molting yang tinggi dan menurun dengan berkurangnya karbohidrat pakan. Hal ini dibuktikan dari hasil pengukuran kadar karbohidrat, kadar glukosa, dan kadar glikogen pada tubuh kepiting uji (Tabel 4). Chung & Webster (2005) mengemukakan bahwa stres akibat pengaruh lingkungan, seperti suhu dapat meningkatkan hormon *hyperglycemic crustacea* (CHH) pada kepiting laut, *Carcinus maenas*. Hormon ini berperan dalam metabolisme karbohidrat. Peningkatan level CHH menyebabkan peningkatan kadar glukosa pada hemolimph. Glukosa darah merupakan sumber bahan bakar utama dan substrat esensial untuk metabolisme sel (Steward, 1991).

Data persentase molting kepiting bakau pada masing-masing perlakuan, ternyata tidak seiring dengan pertumbuhan bobot mutlak dan relatif kepiting uji setelah molting (Tabel 3). Kepiting uji dengan perlakuan pakan D (30,62% P; 49,13% K) memperlihatkan persentase pertambahan berat terendah, diikuti kepiting uji dengan perlakuan pakan C (35,62% P; 44,32% K), perlakuan pakan B (41,57% P; 38,29% K), dan pakan A (46,84% P; 33,33% K) dengan persentase pertambahan berat tertinggi. Menurut Stryer (2000) pada kondisi nutrisi dan lingkungan yang optimal, energi dan nutrisi yang terkandung dalam pakan digunakan sepenuhnya untuk keseimbangan metabolisme, baik anabolisme maupun katabolisme. Kegiatan ini diregulasi oleh enzim dan hormon. Namun apabila keseimbangan tersebut terganggu, diperlukan sejumlah energi untuk memulihkan homeostasis.

Thompton *et al.* (2006) dan Kuballa & Elizur (2007) mengemukakan secara fisiologis, molting dikontrol oleh hormon molting. Dengan demikian, induksi molting menggunakan ekstrak bayam ditunjang tingkat metabolisme yang prima dan ketersediaan energi yang cukup dapat mempercepat molting, seperti yang terjadi pada kepiting uji dengan perlakuan pakan D (30,62% P; 49,13% K). Terjadinya molting yang cepat, menyebabkan tingkat pertumbuhan kepiting uji belum maksimal. Akibatnya berpengaruh terhadap pertambahan berat kepiting uji. Pada perlakuan dengan persentase molting yang lebih rendah dan saat molting yang lebih lambat, proses sintesa protein untuk menunjang pertumbuhan massa tubuh berlangsung optimal

sehingga berdampak pada persentase pertambahan berat. Menurut Jobling *et al.* (2001) sintesa protein merupakan proses pertumbuhan yang paling mendasar, tanpa adanya produksi protein secara besar-besaran, maka pertumbuhan tidak akan terjadi. Namun demikian, sel tubuh memiliki batas tertentu dalam menimbun protein, kalau batas tersebut telah dicapai, setiap penambahan asam amino dalam tubuh akan dideaminasi dan digunakan sebagai energi atau disimpan dalam sel-sel adipose sebagai lemak.

Kesimpulan

Pakan dengan kadar protein 30,62% dan karbohidrat 49,13% yang diperkaya ekstrak bayam dengan dosis 700 ng/g kepiting merupakan pakan terbaik dalam menginduksi molting kepiting bakau. Pakan buatan yang digunakan sebaiknya mempunyai kadar nutrisi yang seimbang dan merupakan campuran berbagai bahan baku pakan agar kandungan nutrisinya saling melengkapi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi yang telah membiayai penelitian ini melalui Proyek Hibah Kompetitif Penelitian Sesuai Prioritas Nasional Tahun Anggaran 2009.

Daftar Pustaka

- Adams S.M. 1990. Status and biological indicator for evaluating the effects of stress on fish, p. 8: 1-8. *In* Adams, S.M. (Ed.). Biological indicator of stress in fish. American Fisheries Symposium.
- Anderson A, P. Mather & Richardson. 2004. Nutrition of the mud crab *Scylla serrata* (forsk.). *In* Allan & D. Fielder (ed.). Proceeding of Mud Crab Aquaculture in Australia and Southeast Asia. pp 57-59.
- Aslamyiah S. 2000. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan betutu (*Oxyeleotris marmorata* Blkr) yang diberi hormon metyltestosteron pada pakan dengan kadar protein berbeda. *Jurnal Peternakan Universitas Hasanuddin*, 8(2): 56-69.
- Aslamyiah S. & Y. Fujaya. 2009. Pengembangan Pakan Buatan Khusus Kepiting yang Berkualitas, Murah, dan Ramah Lingkungan. Laporan Penelitian STRANAS, DIKTI. Fakultas

- Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Cho C.Y. & S.J. Kaushik. 1985. Effects of Protein Intake on Metabolizable and Net Energy Values of Fish Diets. *In* Cowey C.B., A.M. Mackie & J.G. Bell (Ed.). *Nutrition and Feeding in Fish*. Academic Press London, London. pp 95-117.
- Chung J. S. and S. G. Webster. 2005. Dynamics of in vivo release of molt-inhibiting hormone (MIH) and crustacean hyperglycemic hormone (CHH) in the shore crab, *Carcinus maenas*. *Endocrinology*, 146: 5545–5551.
- Donalson E.M., U.H.M Fegerlund, D.A. Higgs & J.R. Mc-Brede. 1978. Hormonal enchantment of growth. *In* Hoar W.S., D.J. Randall & J.R. Bret (ed.). *Fish Physiology*. Vol VIII. Academic Press, New York. pp 456-597.
- Fujaya Y, D. D. Trijuno, & E. Suryati. 2007. Pengembangan Teknologi Produksi Rajungan Lunak Hasil Pembenihan dengan Memanfaatkan Ekstrak Bayam Sebagai Stimulan Molting. Laporan Penelitian Tahun I, RISTEK-program insentif riset terapan, MENRESTEK. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Fujaya Y., D.D. Trijuno, & E. Suryati. 2008. Pengembangan Teknologi Produksi Rajungan Lunak Hasil Pembenihan dengan Memanfaatkan Ekstrak Bayam Sebagai Stimulan Molting. Laporan Penelitian Tahun II, RISTEK-program insentif riset terapan, MENRESTEK. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Fujaya Y, S. Aslamyah, Mufidah, & L.F. Mallombasang. 2009. Peningkatan Produksi dan Efisiensi Proses Produksi Kepiting Cangkang Lunak (*Soft shell crab*) Melalui Aplikasi Teknologi Industri Molting yang Ramah Lingkungan. Laporan Penelitian Tahun I, RAPID, DIKTI. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Gunamalai V., R. Kirubakaran & T. Subramoniam. 2003. Sequestration of Ecdysteroid Hormon into The Ovary of The Mole Crab, *Emerita asitica*. *University of Madras & National Institute Of Ocean Technology India* 85: 493-496.
- Gutierrez-Yurrita P.J. & C. Montes. 2001. Bioenergetics juveniles of red swamps crayfish (*Procambarus clarkii*). *Comp Biochem Physiol* ,130A: 29-38.
- Jobling M., T. Boujard & D. Houlihan. 2001. *Food Intake in Fish*. Blackwell Science Ltd, A Blackwell Publishing Company. pp 297-331.
- Karim M. Y. 2005. Kinerja Pertumbuhan Kepiting Bakau Betina (*Scylla serrata* Forskal) pada Berbagai Salinitas Media dan Evaluasinya pada Salinitas Optimum dengan Kadar Protein Pakan Berbeda. Desertasi, Sekolah Pascasarjana, IPB. Bogor.
- Karim M.Y. 2007. Moulting Phenomenon of Mutilated and Unmutilated Mud Crab (*Scylla olivacea*). *Torani, Jurnal Ilmu Kelautan* 15(5): 394-399.
- Karim, M.Y. 2008a. Pengaruh Salinitas Terhadap Metabolisme Kepiting Bakau (*Scylla olivacea*). *Jurnal Perikanan, Journal of Fisheries Sciences*, X (1): 37–44.
- Karim, M.Y. 2008b. Kajian Osmoregulasi Kepiting Bakau (*Scylla olivacea*) pada Berbagai Salinitas. *Ichthyos, Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Perikanan dan Kelautan*, 7(1): 21-26.
- Kuballa A. & A. Elizur. 2007. Novel molecular approach to study moulting in crustaceans. *Bull.Fish.Res.Agen*. 20: 53–57.
- Lafont R. & L. Dinan. 2003. Practical uses for ecdysteroids in mammals including humans update. *Journal of Insect Science*, 3(7): 1–30.
- National Research Council. 1988. Nutrient requirements of warm water fisher. National Academy of Sciences, Washington D.C, USA. pp 96.
- Preston, J.M & L., Dinan. 2002. Phytoecdysteroid Levels and Distribution during Development in *Limnanthes alba* Hartw. Ex Benth. (online). www.znaturforsch. (diakses 29 Mei 2008).
- Rosas C, G. Cuzon, G. Taboada, C. Pascual, G. Gaxiola & A.V. Wormhoudt. 2001. Effect of dietary protein and energy levels on growth, oxygen consumption, hemolymph and digestive gland carbohydrates, nitrogen excretion and osmotic pressure of *Litopenaeus vannamei* (Boone) and *L. setiferus* (Linne) juveniles (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). *Aquaculture Research*, 32: 531-547.

- Satpathy B., B.D. Mukherjee & A.K. Ray. 2003. Effect of dietary protein and lipid levels on growth, feed conversion and body composition in rohu. *Labeo rohita* (Hamilton), fingerlings. *Aqua Nutr.*, 9: 17-24.
- Steward M. 1991. Blood sugar regulation, In Steward, M. (Ed.). *Animal physiology*. Thomson Litho, Ltd. London. p. 291-321.
- Stryer L. 2000. Biokimia. Tim penerjemah bagian biokimia FKUI, Jakarta. Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Syah R., Usman, N. Kabangnga & Makmur. (2006). Penggunaan tepung silase usus ayam dalam pakan pembesaran ikan kerapu macan, *Epinephelus fuscoguttatus*. *Jurnal Riset Akuakultur*, 1(1): 87-96.
- Taboada G., G. Gaxiola, T. Garcia, R. Perdoza, A. Sanchez, L.A. Soto & C. Rosas. 1998. Oxygen consumption and ammonia-N excretion related to protein requirement for growth of white shrimp, *Penaeus setiferus* (L.), juveniles. *Aqua Res.*, 29: 823-833.
- Takeuchi T. 1988. Laboratory Work, Chemical Evaluation of Dietary Nutrients. In Watanabe T, (Ed.). *Fish Nutrition and Mariculture*. Tokyo: Departement of Aquatic Biosciences, University of Fisheries. pp 179-288.
- T, (Ed.). *Fish Nutrition and Mariculture*. Tokyo: Departement of Aquatic Biosciences, University of Fisheries. pp 179-288.
- Thompton J.D., S.L. Tamone & S. Atkinson. 2006. Circulating ecdysteroid concentration in Alaskan Dungeness crab (*Cancer magister*). *Journal of crustacean biology*, 26(2):176-181.
- Usman, Rachmansyah, S. Lante, Kamaruddin & T. Ahmad. 2006. Replacement of fish meal with poultry offal meal in diets for humpback grouper (*Cromileptes altivelis*) grow-out. *Indonesian Aquaculture Journal*, 1(1): 45-52.
- Wedemeyer G.A. & W.T. Yasutake. 1977. Clinical Methods for the Assesment of the Effects of Environmental Stress on Fish Health. Technical Paper of the US Fish and Wildlife Service. Volume 89. Washington DC, US Departement of the Interior Fish and Wildlife Service. USA. pp 180.
- Wedemeyer G.A. & D.J. Mcleay. 1981. Methods for determining the tolerance of fishes to environmental stressors. In Pickering A.D. (Ed.). *Stress and fish*. Academic Press. New York. p: 247-275.
- Wendelaar B.S.E. 1997. The stress response in fish. *Physiol Rev.*, 77: 591-625.