



Pengaruh Penambahan *Spirulina* sp. dalam Pakan Buatan Terhadap Jumlah Total Hemosit dan Aktivitas Fagositosis Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

The Effect of *Spirulina* sp. Addition to Artificial Diet on the Total Haemocyte Count and Phagocytosis Activity of White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*)

Famelia Meta Putri¹, Sarjito², Suminto³

Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto Tembalang-Semarang
Email: fameliamp@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *Spirulina* sp. terhadap jumlah total hemosit dan aktivitas fagositosis udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli - Agustus 2012 di Laboratorium Manajemen Kesehatan Hewan Akuatik (MKHA) BBPBAP Jepara.

Metode yang digunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan, yaitu perlakuan A (tanpa penambahan *Spirulina* sp.), perlakuan B (penambahan *Spirulina* sp. 5 gr/kg pakan), perlakuan C (penambahan *Spirulina* sp. 10 gr/kg pakan), dan perlakuan D (penambahan *Spirulina* sp. 15 gr/kg pakan). Hewan uji yang digunakan adalah udang vaname stadia juvenil dengan bobot $8,07 \pm 0,2$ gr/ekor. Pakan diberikan 3 kali sehari dengan *feeding rate* sebesar 3 % dari total bobot udang/hari, penelitian dilakukan selama 30 hari. Parameter yang diukur yaitu jumlah total hemosit (THC) dan aktivitas fagositosis (AF).

Hasil penelitian menunjukkan penambahan *Spirulina* sp. dalam pakan udang vaname memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap aktivitas fagositosis sebesar 94,66% pada hari ke-30, akan tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah total hemosit udang vaname. Perlakuan C (10 gr/kg) merupakan dosis terbaik bagi peningkatan jumlah total hemosit dan peningkatan aktivitas fagositosis hemolim udang vaname (*L. vannamei*) pada aplikasi pemberian selama 30 hari.

Kata kunci: Udang vaname, *Spirulina* sp., immunostimulan, THC, AF

ABSTRACT

The purpose of this research was to find out the effect of addition of *Spirulina* sp. in artificial diet on the total haemocyte count and phagocytosis activity of White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). This research was done in July – August 2012 at Aquatic Animals Management Laboratory of Brackishwater Aquaculture Development Centre.

The Experiment Method was applied in this research with Completely Randomized Design (CRD) with 4 treatments and 3 repetitions. Treatment of A, B, C, and D were *Spirulina* sp. addition of 0, 5, 10, 15 gr/kg diet, respectively. The animals test used was White Shrimp juvenile with average weight of 8.07 ± 0.2 gr. The foods had been given 3 times a day with feeding rate of 3% from total weight of shrimp. The research had been done for 30 days. The observed parameters were Total Haemocyte Count (THC) and phagocytosis activity.

The result of research indicated that *Spirulina* sp. addition in artificial diet of White Shrimp was highly significant effect on the phagocytosis activity on the added of *Spirulina* sp. on 30th day ($P < 0,01$), but there was no significant effect on the total haemocyte count of White Shrimp ($P > 0,05$). Treatment C (10 g / kg diet) was the best dose for increasing the total



haemocyte count and increased phagocytosis activity haemolymph of White Shrimp (L. vannamei) cultured in 30 days.

Keywords: *Litopenaeus vannamei*, *Spirulina* sp., immunostimulant, THC, AF

PENDAHULUAN

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu udang yang saat ini banyak dibudidayakan karena memiliki beberapa keunggulan antara lain pertumbuhannya cepat, dapat dibudidayakan dengan kepadatan tinggi, dan mempunyai harga pasar yang cukup tinggi (Nur'aini *et al.*, 2007). Penyakit merupakan salah satu faktor pembatas dalam budidaya udang vaname. Infeksi penyakit menjadi satu penyebab utama kegagalan produksi udang vaname.

Salah satu upaya dalam pencegahan penyakit udang adalah melalui peningkatan sistem pertahanan tubuh udang menggunakan imunostimulan, vitamin dan hormon (Johnny *et al.*, 2005). Imunostimulan merupakan senyawa kimia, obat atau bahan lain yang mampu meningkatkan mekanisme respon spesifik dan non spesifik ikan (Anderson, 1992). Pemberian imunostimulan secara luas dilakukan dengan maksud untuk mengaktifkan sistem imun non-spesifik sel seperti

makrofag pada vertebrata dan hemosit pada avertebrata (Dugger and Jory, 1999). Salah satu bahan alami yang dapat dipergunakan untuk imunostimulan adalah *Spirulina* sp. (Simanjuntak, 2002).

Spirulina sp. mengandung protein 60% yang terdiri dari 12 asam amino esensial, 10 vitamin, dan juga sifat terapi seperti pigmen fikosianin yang bersifat antioksidan dan anti-inflamatori, polisakarida yang memiliki efek antitumor dan antiviral, dan γ -asam linoleat (GLA) yang berfungsi dalam penurunan kolesterol (Desmorieux and Decaen, 2005). Menurut Boajiang (1994), polisakarida *Spirulina* sp. dapat memperbaiki fungsi imunitas seluler non-spesifik dan fungsi humoral spesifik, termasuk pula hemosit dan sel-sel fagositosis.

Hemosit merupakan faktor yang sangat penting dalam sistem pertahanan seluler yang bersifat non spesifik. Kemampuan hemosit dalam aktivitas fagositosis yang dapat meningkat pada kejadian infeksi, menunjukkan



pertahanan tubuh yang bersifat seluler. Meningkatnya ketahanan tubuh udang dapat diketahui dari meningkatnya aktivitas fagositosis sel-sel hemosit. Fagositosis merupakan mekanisme pertahanan non spesifik yang secara umum dapat melindungi adanya serangan *pathogen* (Fontaine and Lightner, 1974).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan *Spirulina* sp. dalam pakan buatan terhadap jumlah total hemosit dan aktivitas fagositosis pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Manajemen Kesehatan Hewan Akuatik (MKHA) Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara. Hewan uji yang digunakan adalah udang vaname dengan bobot rata-rata $8,07 \pm 0,2$ gram sebanyak 180 ekor udang yang diperoleh dari tambak di Desa Raci, Kecamatan Juwana, Kabupaten Pati.

Pakan uji yang digunakan adalah pakan buatan komersil berbentuk pelet dengan kandungan protein 40%, serat kasar 3%, lemak 6%, kadar air 12% dan

abu 13%. Penambahan *Spirulina* sp. pada pakan dilakukan dengan cara *re-pelleting*.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 kali percobaan dan 3 kali ulangan. Perlakuan yang digunakan yaitu perlakuan A (tanpa penambahan *Spirulina* sp.), B (penambahan *Spirulina* sp. 5 gr/kg pakan), C (penambahan *Spirulina* sp. 10 gr/kg pakan), dan D (penambahan *Spirulina* sp. 15 gr/kg pakan).

Penelitian dilakukan selama 30 hari. Pengukuran THC dan AF udang dilakukan setiap 10 hari sekali. Pakan udang vaname diberikan sebanyak 3 % dari total berat tubuh/hari. Pemberian pakan dilakukan 3 kali/hari (pukul 09.00 WIB, 13.00 WIB, dan 17.00 WIB). Penyiponan dilakukan setiap hari untuk menjaga kualitas air agar tetap stabil. Pengukuran suhu, pH, oksigen terlarut (DO), dan salinitas dilakukan setiap satu minggu sekali, sedangkan pengamatan kandungan ammonia dilakukan pada awal dan akhir penelitian. Kualitas air media pemeliharaan selama penelitian masih dalam batas-batas yang layak untuk



budidaya udang vaname. Suhu air media berkisar antara 25,4°C - 27°C; pH 7,2 - 7,4; kandungan oksigen terlarut (DO) 3,00 - 4,23 mg/L, salinitas sebesar 32 - 35‰, dan ammonia sebesar 0,03 - 0,23 mg/L.

Pengambilan hemolim udang dilakukan dengan prosedur menurut Blaxhall dan Daishley (1973) yang dimodifikasi oleh Syahailatua (2009).

Jumlah hemosit dihitung, sesuai metode Blaxhall and Daisley (1973).

AF = Aktivitas fagositosis udang

Data yang diambil berupa data *Total Haemocyte Count* (THC), aktivitas fagositosis (AF), dan kualitas air. Analisa data menggunakan uji ANOVA dengan selang kepercayaan 95%, kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan untuk mengetahui perlakuan yang berbeda. Data kualitas air pemeliharaan udang vaname dianalisa secara deskriptif

THC = *Total Haemocyte Count*

Aktivitas fagositosis ditentukan menggunakan prosedur Anderson and Siwicki (1995) yang dimodifikasi oleh Syahailatua (2009).

Aktifitas fagositosis dihitung dengan rumus Anderson and Siwicki (1995) :

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil pengamatan jumlah total hemosit udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada hari ke-0, hari ke-10, hari ke-20, dan hari ke-30 tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil THC (*Total Haemocyte Count*) udang vaname

Perlakuan	THC ($\times 10^6$ sel/ml)			
	Hari ke-0	Hari ke-10	Hari ke-20	Hari ke-30
A	31,28 $\pm$ 3,91 ^a	26,85 $\pm$ 7,88 ^a	28,34 $\pm$ 8,84 ^a	25,92 $\pm$ 6,90 ^a
B	31,04 $\pm$ 4,08 ^a	29,41 $\pm$ 8,44 ^a	28,37 $\pm$ 12,22 ^a	33,06 $\pm$ 6,44 ^a
C	31,6 $\pm$ 7,27 ^a	30,40 $\pm$ 4,13 ^a	31,04 $\pm$ 3,85 ^a	34,05 $\pm$ 1,32 ^a
D	31,68 $\pm$ 2,44 ^a	36,18 $\pm$ 3,36 ^a	25,36 $\pm$ 3,74 ^a	36,56 $\pm$ 9,05 ^a

Keterangan: Nilai dengan *superscript* yang sama pada kolom menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata ($P > 0,05$)

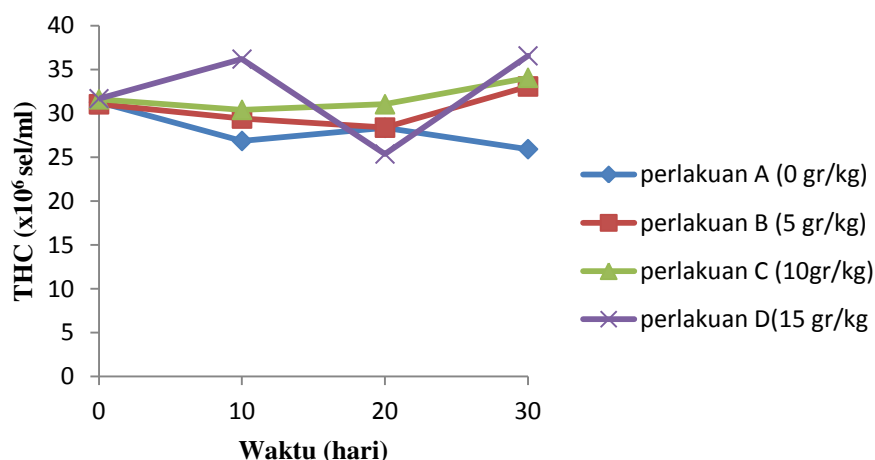
Hasil pengamatan THC berbagai dosis *Spirulina* sp. pada pakan menunjukkan bahwa penambahan tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$)



terhadap THC udang vaname pada hari ke-10, hari ke-20 dan hari ke-30.

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap jumlah total hemosit (THC) diperoleh bahwa, THC pada hari ke-10 pada perlakuan A, B, dan C mengalami penurunan dibandingkan pada hari ke-0. Berbeda dengan perlakuan A, B, dan C yang mengalami penurunan, pada perlakuan D terjadi kenaikan THC pada

hari ke-10. Selanjutnya pada hari ke-20, THC mengalami kenaikan pada perlakuan A, B, dan C, sedangkan pada perlakuan D mengalami penurunan. Pengamatan pada hari ke-30 menunjukkan bahwa THC mengalami kenaikan pada perlakuan B, C, dan D, sedangkan pada perlakuan A mengalami penurunan (Gambar 1).



Gambar 1. Grafik *Total Haemocyte Count* (THC) selama 30 hari

Hasil pengamatan aktivitas hari ke-30 pada udang vaname (*L. vannamei*) tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Aktivitas Fagositosis (AF) hemolim udang vaname

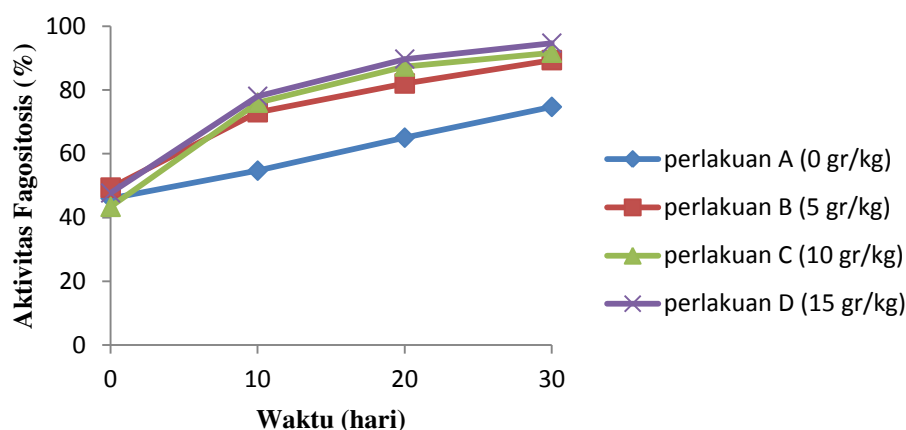
Perlakuan (%)	Waktu (hari)			
	0	10	20	30
A	46 ± 8,88 ^a	54,66 ± 13,05 ^b	65 ± 1,73 ^c	74,66 ± 3,21 ^c
B	49,33 ± 2,88 ^a	73 ± 10,44 ^a	82 ± 4,58 ^b	89,33 ± 1,52 ^b
C	43,33 ± 3,05 ^a	76 ± 3,46 ^a	87,33 ± 2,08 ^{ab}	91,66 ± 1,52 ^{ab}
D	47,66 ± 8,08 ^a	78 ± 2,64 ^a	89,66 ± 5,13 ^a	94,66 ± 1,52 ^a

Keterangan: Nilai dengan *superscript* yang sama pada kolom menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata ($P > 0,05$)



Pengamatan aktivitas fagositosis (AF) menunjukkan bahwa terjadi peningkatan AF pada semua perlakuan, namun kenaikan AF pada perlakuan A tidak terlihat mengalami peningkatan secara signifikan dibandingkan dengan perlakuan B, C, dan D (Gambar 2).

Hasil pengamatan AF menunjukkan bahwa penambahan *Spirulina* sp. pada pakan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap AF pada hari ke-10, sedangkan penambahan *Spirulina* sp. pada pakan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap AF pada hari ke-20 dan 30.



Gambar 6. Grafik aktivitas fagositosis (AF) selama 30 hari

Hasil pengamatan aktivitas fagositosis juga menunjukkan bahwa, aplikasi penambahan *Spirulina* sp. pada perlakuan C (10 gr/kg) merupakan dosis terbaik dibandingkan dengan perlakuan D (15 gr/kg), B (5 gr/kg), dan A (tanpa pemberian *Spirulina* sp.)

Pembahasan

Berdasarkan hasil pengamatan jumlah total hemosit (THC) yang telah dilakukan pada hari ke-10, THC udang vaname yang diberi perlakuan B dan C mengalami penurunan. Hal tersebut diduga dapat sebagai dampak awal dari pemberian *Spirulina* sp. sebagai

imunostimulan. Pengamatan pada hari ke-20 dan hari ke-30 menunjukkan bahwa, jumlah total hemosit mengalami peningkatan. Peningkatan ini diduga merupakan respon dari sistem kekebalan tubuh pada udang. Hal tersebut dikarenakan sistem pertahanan tubuh pada udang yang berperan adalah mekanisme pertahanan tubuh oleh hemosit, dimana penyebaran dan peningkatan jumlah total hemosit diasumsikan sebagai bentuk dari respon imun seluler pada tubuh udang (Van de Braak, 2002).



Hasil pengamatan THC pada perlakuan D menunjukkan perbedaan, dimana terjadi peningkatan THC pada hari ke-10, kemudian mengalami penurunan pada hari ke-20, dan meningkat kembali pada hari ke-30. Hal tersebut diduga akibat dari pemberian dosis *Spirulina* sp. yang tinggi.

Chang *et al.* (1999) melaporkan bahwa THC udang penaeid berkisar antara 20×10^6 – 40×10^6 sel/ml. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa nilai THC udang vaname pada hari ke-0 berkisar antara $31,04 \times 10^6$ – $31,68 \times 10^6$ sel/ml. Hasil THC pada hari ke-10 menunjukkan kenaikan dengan kisaran $26,85 \times 10^6$ – $36,18 \times 10^6$ sel/ml, akan tetapi mengalami penurunan pada hari ke 20 yaitu dengan kisaran $25,36 \times 10^6$ – $31,04 \times 10^6$ sel/ml dan hari ke 30 mengalami kenaikan sebesar $25,92 \times 10^6$ – $36,56 \times 10^6$ sel/ml. Kisaran nilai THC pada penelitian masih dalam kisaran nilai THC normal pada udang vaname. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemberian immunostimulan kepada udang vaname kurang memberikan pengaruh terhadap kenaikan jumlah total hemosit (THC).

Nilai jumlah total hemosit (THC) pada hasil pengamatan mengalami kenaikan. Akan tetapi dilihat pada hasil secara statistik menunjukkan tidak terjadi perbedaan secara nyata ($P > 0,05$). Hal tersebut mengindikasikan bahwa penambahan *Spirulina* sp. pada pakan tidak memberikan pengaruh terhadap THC pada udang vaname. Menurut Jusilla (1997), jumlah hemosit yang bersirkulasi dalam hemolim krustasea menunjukkan reaksi yang berbeda terhadap stressor lingkungan dan penyakit, sehingga dapat menjadi indikator status kesehatan krustasea dan adanya stressor lingkungan. Dalam hal ini, diduga kemampuan senyawa aktif yang terkandung dalam *Spirulina* sp. hanya dapat mempertahankan jumlah total hemosit dalam kisaran normal yang artinya selama pemeliharaan, udang dalam kondisi sehat dan tidak mengalami stress dikarenakan pemberian immunostimulan. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Anderson (1992) bahwa dengan pemberian immunostimulan, maka status kesehatan ikan dapat lebih terjaga, sehingga dapat meningkatkan produksi melalui peningkatan ketahanan tubuh terhadap penyakit infeksi.



Untuk mengetahui bahwa hemosit merupakan pertahanan tubuh yang bersifat seluler dapat dilihat dari kemampuannya dalam aktivitas fagositosis yang dapat meningkat pada kejadian infeksi. Dengan adanya infeksi akan merangsang sistem pertahanan non spesifik seluler sehingga diharapkan dapat menangkal serangan penyakit (Fontaine and Lightner, 1974). Pemberian *Spirulina* sp. tidak berpengaruh terhadap peningkatan jumlah total hemosit diduga karena selama pemeliharaan tidak terjadi serangan infeksi dari patogen. Hal tersebut juga sesuai dengan pendapat Johansson *et al.* (2000) yang mengemukakan bahwa, jumlah hemosit dapat sangat bervariasi berdasarkan spesies, respon terhadap infeksi, dan stres lingkungan.

Hasil pengamatan aktivitas fagositosis (AF) menunjukkan peningkatan pada hari ke-10, 20, dan 30 pada semua perlakuan. Meningkatnya aktivitas fagositosis dapat diindikasikan bahwa penambahan imunostimulan berupa *Spirulina* sp. dalam pakan mampu merangsang atau meningkatkan sistem imun pada udang. Menurut Gannam and Schrok (2001),

imunostimulan merupakan suatu substansi yang merangsang atau meningkatkan sistem imun dengan berinteraksi secara langsung dengan sel-sel yang mengaktifkan sistem imun. Yin *et al.* (2006) juga menyatakan bahwa mekanisme kerja imunostimulan dalam merangsang sistem imun tubuh adalah dengan cara meningkatkan aktivitas sel-sel fagosit.

Spirulina sp. mempunyai komponen utama dinding sel yang mengandung peptidoglikan dan lipopolisakarida (Sze, 1993). Alifuddin (2002) berpendapat bahwa, β 1,3-glukan dan lipopolisakarida (LPS) dapat menstimulir aktivitas respon pertahanan seluler, dalam hal ini mengaktifasi aktivitas fagositosis, melanisasi, enkapsulasi, nodulasi dan koagulasi. Dimana opsonin akan meningkatkan kemampuan fagosit sel hemosit.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa penambahan *Spirulina* sp. pada pakan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap AF pada hari ke-10, sedangkan penambahan *Spirulina* sp. pada pakan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap AF pada hari ke-20 dan 30. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan *Spirulina* sp. dalam pakan



memberikan pengaruh terhadap AF pada udang vaname. Hal ini diduga berkaitan dengan kandungan lipopolisakarida dalam *Spirulina* sp. yang dapat meningkatkan aktivitas fagositosis. Jawetz *et al.* (1982) menyatakan bahwa, lipopolisakarida terdiri atas lipid A, polisakarida O (antigen) dan inti polisakarida. Lipid A bertanggung jawab terhadap keracunan primer dan bersifat toksik, sedangkan polisakarida O dan inti polisakarida merupakan antigen permukaan yang dapat menginduksi kekebalan spesifik dan non spesifik. Fagosit hemosit merupakan salah satu sistem imun non spesifik pada udang.

Berdasarkan hasil pengamatan aktivitas fagositosis, aplikasi *Spirulina* sp. pada perlakuan C (10 gr/kg) merupakan dosis terbaik dibandingkan dengan perlakuan D (15 gr/kg), B (5 gr/kg), dan A (tanpa pemberian *Spirulina* sp.) yaitu sebesar 91,66%. Hasil pada penelitian ini diperoleh bahwa perlakuan C memiliki kecenderungan meningkatkan aktivitas fagositosis yang paling baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pemberian imunostimulan yang baik harus memperhatikan dosis pemberian

yang optimal, dimana dosis aplikasi pemberian imunostimulan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi peningkatan respon imun pada udang. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Couso *et al.* (2003), yang menyatakan bahwa dosis pemberian imunostimulan yang tinggi dapat menekan mekanisme pertahanan, sedangkan dosis pemberian yang rendah tidak cukup atau kurang efektif untuk memberikan respon imun.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan *Spirulina* sp. dalam pakan udang vaname memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap aktivitas fagositosis sebesar 94,66% pada hari ke-30, akan tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah total hemosit udang vaname ($P > 0,05$).
2. Perlakuan C (10 gr/kg) merupakan dosis terbaik bagi peningkatan jumlah total hemosit dan peningkatan aktivitas fagositosis hemolim udang vaname pada aplikasi pemberian selama 30 hari.



Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada para staf Laboratorium MKHA BBPBAP Jepara yang telah membantu dalam penelitian. Penelitian ini sebagian dibiayai oleh dana hibah FPIK no. 40/SK/UN7.3.10/2012 tanggal 28 Mei 2012.

DAFTAR PUSTAKA

- Alifuddin, M. 2002. Immunostimulasi Pada Hewan Akuatik. Institut Pertanian Bogor. Jurnal Akuakultur Indonesia. 1(2): 87-92.
- Anderson, D.P. 1992. Immunostimulant, adjuvant and vaccine carrier in fish: Applications to aquaculture. Annual Review of Fish Diseases. 21: 281-307.
- Anderson, D.P and A.K. Siwicki. 1995. Basic haematology and serology for fish health program. In: Diseases in Asian aquaculture II. M. Shariff, J. R. Arthur and R. P. Subasinghe (Eds).. Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Manila, pp. 185-202.
- Blaxhall, P and K, Daisley. 1973. Some blood parameters of the rainbow trout I. The Kamloops Variety. *J. Fish Biol.* 5: 1-8.
- Boajiang, G. 1994. Study on Effect and Mechanism of Polysaccharida of *Spirulina platensis* on Body Immune Function Improvement. South China Normal Univ. China. Pub. in Proc. of Second Asia Pasific Conf. on Algal Biotechnol. Univ. of Malaysia. pp: 33-38.
- Chang, C.F, Su, M.S, Chen, H.Y,. 1999. A Rapid Method to Quantify Tota Haemocyte Count of *Penaeus monodon* Using ATP Analysis. *Fish Patology.* 34: 211-121.
- Desmorieux, H and Decaen, N. 2005. Convective drying of spirulina in thin layer. *Journal of Food Engineering* 66: 497-503.
- Dugger, D.M. and Jory, D.E. 1999. Bio-modulation of the non-specific immune response in marine shrimp with beta-glucan. *Aquaculture Magazine.* 25 (1): 81-89.
- Fontaine, C.T. and Lighter, D.V. 1974. Observation on Phagocytosis and Elimination of Carmine Particle Injected into the Abdominal Musculature of the White Shrimp.J. *Invertebrate Pathology.* 5: 11-40.
- Gannam, A. L., and R. M. Schrock. 2001. Immunostimulants in fish diets. In C. Limm and C. D. Webster editors. *Nutrition and Fish Health.* The Haworth Press. New York, New York, pp. 235-266.
- Jawetz, E, J.L. Melnick, and E.A. Adelberg. 1982. Review of Medical Microbiology. Edisi ke-14 (Terjemahan). Lange Medical Publ, 846 p.
- Johansson, M.W., P. Keyser, K. Sritunyalucksana and K. Soderhall. 2000. Crustacean haemosytes and haematopoiesis. *Aquacultur,* 191 : 45-92.
- Johny, F. Roza, D. K. Mahardika. Zafran dan A. Prijono. 2005. Penggunaan Immunostimulan Untuk Meningkatkan Kekebalan Nonspesifik Benih Ikan kerapu Lumpur, *Epinephelus coiodes* Terhadap infeksi Virus irido. *Jurnal*



- Penelitian Perikanan Indonesia. XI (5): 75-83. *Oreochromis niloticus*. Aquac 253: 39-47.
- Jussila, J. 1997. Physiological Responses of Astacid Crayfishes (Crustacea: Dekapoda) To Conditions of Intensive Culture. Kuopio University Publications C. Natural and Environmental Sciences, 67 p.
- Nur'aini, Y. L., H. Bambang, S. Subyakto, dan T. Gemi. 2007. Active Surveillance of Infectious Myonecrosis Virus (IMNV) in Pond-Cultured White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in East Java and Bali. Jurnal Perikanan UGM. 9(1) : 25-31.
- Simanjuntak, S. B. I. 2002. Histologi Organ Limphoid Ikan Patin Jambal (*Pangasius djambal* Bleeker) yang Diberi Immunostimulan *Spirulina*. Thesis. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor, 62 p.
- Syahailatua, D.Y. 2009. Seleksi Bakteri Probiotik sebagai Stimulator Sistem Imun pada Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). Thesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor, 58 p.
- Sze, P. 1993. A Biology of The Algae. 2nd edit. Wm. C. Brown Communication Inc. Dubuque. 260 p.
- Van de Braak, K. 2002. Haemocytic defence in black tiger shrimp (*Penaeus monodon*), Disertation, van Wareningen Universiteit, Germany, 159 p.
- Yin, G., Jeney, G., Racs, T., Xu P., Jun X., Jeney, Z. 2006. Effect of two Chinese herbs (*Astragalus radix* and *Scutellaria radix*) on nonspecific immune system of tilapia,