

**EFEKTIVITAS PENAMBAHAN *Spirullina platensis*
SEBAGAI SUMBER IMMUNOSTIMULAN
DALAM PAKAN IKAN KOI (*Cyprinus carpio*)**

Rocella Viernanda , Yuli Andriani, Rosidah dan Ujang Subhan
Universitas Padjadjaran

Abstrak

Penelitian ini dilakukan pada bulan April hingga Juli 2017 di Hatchery Ciparanje Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi *Spirullina platensis* dalam pakan yang efektif untuk meningkatkan daya tahan tubuh ikan koi (*Cyprinus carpio*). Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL), yang terdiri atas 5 perlakuan dan 3 ulangan, yaitu penambahan *Spirullina platensis* sebanyak 0%, 2 %, 4%, 6%, 8% kedalam pakan. Penelitian ini dilakukan selama 40 hari pemeliharaan dan dilanjutkan dengan uji viabilitas menggunakan stres salinitas sebesar 15 ppt. Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah jumlah leukosit, jumlah eritrosit, pertumbuhan, uji salinitas dan kualitas air. Hasil pengamatan jumlah leukosit, jumlah eritrosit, uji viabilitas dan kualitas air dianalisis secara deskriptif sedangkan pertumbuhan dianalisis menggunakan uji F. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan *Spirullina platensis* 4% kedalam pakan menampakkan hasil terbaik dengan jumlah eritrosit dan jumlah leukosit yang paling tinggi yaitu 3.936.667 sel/mm³ dan 426.400 sel/ml dengan lama kematian 73 menit.

Kata kunci : Daya tahan tubuh, ikan koi, jumlah leukosit dan eritrosit, *Spirullina platensis*, uji viabilitas.

Abstract

This research was conducted in April until July 2017 in Hatchery Ciparanje, Faculty of Fisheries and Marine Science Padjadjaran University. The aim of this research was conducted to determine the concentration of *Spirullina* in an effective feed to increase the immun system of *Cyprinus carpio*. This research used experimental method with Completely Randomized Design (RAL), which consists of 5 treatments and 3 replications, namely the addition of *Spirullina plantesis* of 0%, 2%, 4%, 6%, 8% into feed. This study was conducted for 40 days of maintenance and continued with a viability test use stress salinity of 15 ppt. The parameters observed in this research were the number of leukocyte, erythrocyte, viability test growth (tested by F test) and water quality were analyzed descriptively. The results of this research indicate that the addition of 4% *Spirullina plantesis* into the feed showed the best results with amount of erythrocytes and leukocyte counts of 3,936,667 cells/mm³ and 426,400 cells/mm³ with 73 minutes of death.

Keywords: Immune system, koi fish, total of leucocytes and erythrocytes, *spirullina platensis*, viability test

PENDAHULUAN

Ikan koi berasal dari Jepang yang didatangkan ke Indonesia pada tahun 1962. Ikan koi merupakan salah satu ikan hias yang banyak diminati konsumen karena memiliki berbagai macam pola warna dan bentuk tubuh yang indah sehingga menjadikannya ikan hias ini menarik para pecinta ikan hias baik dalam dan luar negeri (Arddhiagung dkk, 2009). Komoditas ikan hias koi telah menjadi komoditas andalan di beberapa daerah seperti Sukabumi, Cianjur, dan Blitar karena telah berhasil meningkatkan perekonomian masyarakat dan menjadikannya sebagai alternatif penghasilan selain padi.

Ikan koi memiliki ketahanan tubuh yang rentan terhadap penyakit maupun kondisi lingkungan. Salah satu cara meningkatkan daya tahan tubuh ikan dibutuhkan imunostimulan.

Imunostimulan meningkatkan sistem kekebalan tubuh alami, sehingga mencegah infeksi penyakit. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai sumber imunostimulan adalah *Spirullina platensis*. *Spirullina platensis* merupakan pakan alami bagi ikan koi dan memiliki banyak manfaat untuk pertumbuhannya. *Spirullina platensis* adalah alga biru-hijau multiselular, mempunyai dinding sel yang lunak mengandung lipopolisakarida (gula kompleks dan protein) (Sze 1993; Estrada, et al. 2001), lipopolisakarida terdiri atas lipid A, polisakarida O (antigen) dan inti polisakarida yang dapat meningkatkan respon kekebalan seperti peningkatan fungsi fagosit makrofag. Keterbatasan pada penggunaan bahan imunostimulan lipopolisakarida adalah sifat immunogenik yang membutuhkan ketepatan dosis, waktu dan lama pemberian. Pada konsentrasi tinggi bahan ini akan menjadi racun sedangkan pada konsentrasi rendah tidak mampu merangsang pembentukan respon kekebalan secara maksimal.

Salah satu yang mempengaruhi ketahanan tubuh ikan koi yaitu kualitas air. Kualitas air yang buruk dapat menyebabkan ikan menjadi stres dan dapat menyebabkan kematian. Stres yang dialami ikan dalam jangka waktu yang lama akan berdampak buruk terhadap kesehatan, karena sistem imunitas seluler dan humoral ikan tersebut menurun fungsinya. Dengan demikian ikan

akan mudah terinfeksi oleh mikroorganisme patogen (Kubulay dan Ulukoy, 2002). Rendahnya kualitas air yang digunakan pada tempat-tempat pembenihan akan berkaitan dengan rendahnya produksi benih ikan. Sifat-sifat fisik dan kimia air yang mempengaruhi daya tahan tubuh ikan koi antara lain kecerahan, oksigen terlarut, pH, CO₂, suhu, kekeruhan, warna, dan salinitas (Khairuman dan Sudenda 2002). Menurut Effendi (1993), ikan koi merupakan ikan air tawar, akan tetapi ikan koi masih dapat hidup pada air yang agak asin yaitu pada salinitas 10 ppt. Salinitas yang melebihi 10 ppt dapat membuat ikan koi menjadi stres karena kualitas air yang tidak sesuai sehingga ikan koi harus menyesuaikan diri kembali dengan keadaan yang berbeda.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dosis *Spirullina platensis* dalam pakan yang efektif untuk meningkatkan sistem imun ikan koi (*Cyprinus carpio*).

METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu akuarium, aerasi, bak fiber, refraktometer, pH meter, *water checker*, saringan, baskom, nampan, timbangan, pipet thoma dengan skala 0,5, hemocytometer, mikroskop elektrik, *counting chamber*, dan *hand counter*. Bahan-bahan yang digunakan yaitu ikan koi kohaku, *Spirullina platensis*, putih telur, garam, larutan TURK, dan larutan Hayem.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April hingga Juni 2017 di Hatcheri Ciparanje Universitas Padjadjaran. Metode penelitian yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan, dan 3 kali ulangan. Adapun perlakuan dalam penelitian ini adalah:

- Perlakuan A: Tanpa *Spirullina platensis* (Kontrol)
- Perlakuan B: Pemberian tepung *Spirullina platensis* 2 %
- Perlakuan C: Pemberian tepung *Spirullina platensis* 4 %
- Perlakuan D: Pemberian tepung *Spirullina platensis* 6 %
- Perlakuan E: Pemberian tepung *Spirullina platensis* 8 %.

Akuarium yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 15 buah dengan ukuran 20 x 40 x 40 cm. Sebelum digunakan semua akuarium dibersihkan dahulu dan direndam menggunakan PK, lalu diisi air sebanyak 24 L. Ikan koi yang digunakan pada penelitian ini berukuran ± 5 gr sebanyak 75 ekor yang berasal dari Hatchery Ciparanje Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran. Aklimatisasi dilakukan selama 1 minggu dengan pemberian pakan sebanyak 45%.

Pakan yang diberikan pada ikan uji berbentuk tepung (powder) dengan kandungan *Spirulina platensis* yang berbeda konsentrasi yaitu: 0%, 2%, 4%, 6%, 8%. Dalam pembuatan pakan dilakukan dengan pencampuran pakan komersil, putih telur (sebagai binder) sebanyak 0,2 g dan tepung *Spirulina platensis*, kemudian dikeringkan atau di angin-angin, jika pada warna atau bau pada pakan mengalami perubahan, maka pakan harus diganti dengan pakan baru yang dibuat kembali.

Penelitian ini dilakukan selama 40 hari. Kegiatan yang dilakukan selama penelitian ada beberapa tahapan seperti pemberian pakan, pembersihan wadah pemeliharaan, pengukuran salinitas air, pengamatan pertumbuhan, stres salinitas, dan pengolahan data. Pemberian pakan untuk ikan koi pada penelitian ini sebesar 4 % dari bobot ikan koi yang diberikan selama 40. Pada perlakuan yang di beri *Spirulina platensis* ditambahkan sesuai dengan dosis perlakuan. Setelah 40 hari ikan diberikan pakan yang mengandung *Spirulina*, ikan akan dibuat dalam kondisi stres dengan cara menaikkan salinitas di perairannya. Hal ini dilakukan untuk mengukur tingkat ketahanan ikan terhadap stres lingkungan yang diberikan setelah 40 hari dengan pakan yang bercampur *Spirulina platensis*. Semua akuarium akan diberikan salinitas sebesar 15 ppt dan diamati berapa lama ikan dapat bertahan hidup. Kualitas air sangat penting bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan. Parameter lingkungan yang penting yaitu DO, suhu dan pH. Kualitas air akan diamati 10 hari sekali selama 40 hari.

Parameter yang diamati

Jumlah Sel Darah Putih (Leukosit)

Penghitungan total leukosit dilakukan menurut metode Svobodova & Vyukusova (1991). Darah dihisap dengan pipet yang berisi bulir pengaduk warna putih sampai skala 0,5. Lalu ditambahkan larutan Turk's (berfungsi untuk mematikan sel-sel darah merah) sampai skala 11, pengadukan darah di dalam pipet dilakukan dengan mengayunkan tangan yang memegang pipet seperti membentuk angka delapan selama 3–5 menit sampai darah tercampur rata. Tetesan pertama larutan darah dalam pipet dibuang, selanjutnya larutan ditetaskan pada haemocytometer tipe Neubauer kemudian ditutup dengan gelas penutup. Jumlah sel darah putih dihitung dengan bantuan mikroskop dengan perbesaran 400 x. Jumlah leukosit total dihitung sebanyak 4 kotak besar dan jumlahnya dihitung dengan rumus:

$$\text{Total leukosit} = n \times \text{Faktor pengali}$$

Keterangan :

n = Rata-rata jumlah sel darah merah dalam 4 kotak besar pada hemocytometer
Faktor Pengali = Pengenceran x Jumlah kotak hitung kuadrat x ketebalan hemocytometer

Jumlah Sel Darah Merah (Eritrosit)

Menurut Svobodova dan Vyukusova (1991) perhitungan total eritrosit dilakukan dengan cara darah dihisap dengan thoma sampai skala 0,5, Lalu tambahkan larutan Hayem's (berfungsi untuk mematikan sel-sel darah putih) sampai skala 101, diayunkan tangan yang memegang pipet seperti membentuk angka delapan selama 3 – 5 menit sehingga darah tercampur rata. Setelah itu tetesan pertama darah dalam pipet tersebut dibuang, selanjutnya darah dalam pipet thoma ditetaskan pada haemocytometer tipe Neubauer kemudian ditutup dengan gelas penutup. Jumlah sel darah merah dengan bantuan mikroskop dengan perbesaran 400 x. Jumlah eritrosit dihitung dengan rumus :

$$\text{Total eritrosit} = n \times \text{Faktor pengali}$$

Keterangan :

n = Rata-rata jumlah eritrosit dalam 5 kotak kecil pada hemocytometer
Faktor Pengali = Pengenceran x Jumlah kotak hitung kuadrat x ketebalan hemocytometer

Uji Viabilitas

Uji viabilitas digunakan untuk melihat ketahanan tubuh ikan dengan menggunakan uji stres salinitas dengan salinitas sebesar 15 ppt. Untuk meningkatkan salinitas bahan yang digunakan yaitu garam krosok. Garam dimasukkan kedalam air lalu dilarutkan hingga mencapai salinitas yang diinginkan lalu ikan dimasukkan dan dilihat berapa lama ikan dapat bertahan hidup.

Analisis Data

Jumlah sel darah putih dan darah merah serta data ketahanan ikan koi terhadap salinitas dianalisis secara deskriptif. Sedangkan data pertumbuhan mutlak ikan diuji dengan ANOVA uji F dengan taraf kepercayaan 95%. Apabila terdapat perbedaan nyata antar perlakuan pada uji F maka dilanjutkan dengan jarak berganda Duncan pada taraf kepercayaan 95% (Gasperz, 1991).

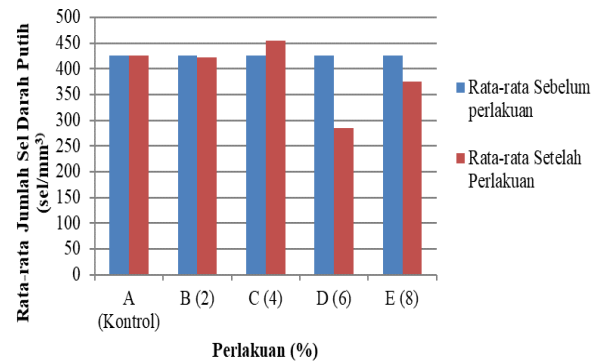
HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Sel Darah Putih (Leukosit) dan Jumlah Sel Darah Merah (Eritrosit)

Perhitungan jumlah sel darah putih dan jumlah sel darah merah pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas pemberian *Spirullina platensis* sebagai immunostimulan yang dapat meningkatkan daya tahan tubuh pada ikan koi. Jumlah sel darah putih dan sel darah merah dihitung pada saat awal penelitian (sebelum pemberian perlakuan) dan akhir penelitian setelah diberi perlakuan berupa *S. platensis*. Handayani dan Andi (2008) menyatakan bahwa fungsi sel darah putih adalah melawan bibit penyakit dan membentuk zat antibodi untuk melindungi tubuh dari serangan penyakit, sedangkan sel darah merah berfungsi untuk menyalurkan oksigen keseluruh tubuh.

Berdasarkan hasil penelitian, rata-rata jumlah sel darah putih ikan koi sebelum diberi perlakuan sebesar 426.400 Sel/mm³. Setelah diberi perlakuan, rata-rata jumlah sel darah

putih pada setiap perlakuan memperlihatkan hasil yang berbeda-beda (Gambar 1).



Gambar 1. Rata-rata Jumlah Sel Darah Putih Ikan Koi

Gambar 1 terlihat setelah diberi perlakuan rata-rata jumlah sel darah putih mengalami penurunan kecuali pada perlakuan C (4%) mengalami peningkatan. Penurunan yang paling besar terjadi pada perlakuan D (6%) kemudian diikuti dengan perlakuan E (8%), sedangkan perlakuan B (2%) hanya mengalami sedikit penurunan jika dibandingkan dengan kontrol (Tabel 1). Tabel 1 memperlihatkan rata-rata jumlah sel darah putih pada semua perlakuan masih dibatas normal, hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Bijanti (2005) bahwa ikan mempunyai jumlah sel darah putih antara 137.000 sel/mm³ hingga 798.000 sel/mm³. Pada penelitian ini hanya perlakuan C (4%) yang mengalami peningkatan kadar sel darah putih, yaitu sebesar 6,58%. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Amrullah (2004) tentang penambahan imunostimulan berupa *S. platensis* untuk daya tahan tubuh ikan koi, dimana penambahan *S. platensis* sebesar 4% memberikan peningkatan sel darah putih yang lebih besar dibandingkan dengan dosis 2%.

Tabel 1. Persentase Peningkatan Sel Darah Putih

Perlakuan (%)	Rata-rata Sebelum perlakuan (sel/mm ³)	Rata-rata Setelah (sel/mm ³)	Selisih Sel Darah Putih (%)
A (Kontrol)	426.400	425.600	-0,18
B (2)	426.400	423.200	-0,75
C (4)	426.400	454.467	6,58
D (6)	426.400	285.600	-33,02
E (8)	426.400	376.800	-11,63

Pada dosis 2% jumlah sel darah putih sebesar 24.302,38 sel/mm³ dan pada dosis 4% meningkat menjadi 24.738,10 sel/mm³. Sebagaimana pendapat Kozlenko dan Henson (1998) bahwa *S. platensis* mampu merangsang pembentukan sel darah putih. Peningkatan sel darah putih dapat meningkatkan daya tahan tubuh ikan (imun). Menurut Anggadiredja dkk., (2006) polisakarida dapat meningkatkan imun pada ikan sehingga dapat meningkatkan proteksi pada bakteri.

Jumlah sel darah putih yang bervariasi setelah diberi perlakuan dengan *S. platensis*. Penurunan sel darah putih yang terjadi pada perlakuan B (2%) diduga bahan aktif yang terkandung pada dosis 2 % yaitu lipopolisakarida belum mampu menginduksi sel darah putih, sedangkan penurunan yang terjadi pada perlakuan D dan E disebabkan tingginya lipopolisakarida yang dapat menjadi racun pada dosis tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sze 1993; Estrada, et al. 2001 bahwa lipopolisakarida pada konsentrasi tinggi akan menjadi racun, sedangkan pada konsentrasi rendah tidak mampu merangsang pembentukan respon kekebalan secara maksimal. Ikan yang teracuni oleh suatu bahan aktif maka metabolismenya akan terganggu termasuk dalam pembentukan sel darah putih.

Peningkatan sel darah putih pada perlakuan C (4%) diakibatkan karena kandungan bahan aktif dalam *S. platensis* yang dapat menstimulasi ketahanan tubuh ikan antara lain lipopolisakarida dapat meningkatkan kinerja sel limfosit untuk membelah menjadi limfosit T dan B. Limfosit T akan memproduksi interferon sehingga kemampuan makrofag meningkat dan proses memfagosit antigen akan meningkat (Sze 1993; Estrada et al, 2001). Menurut Boajiang (1994), kandungan Lipopolisakarida (LPS) pada *S. platensis* dapat memperbaiki fungsi imunitas seluler non spesifik dan fungsi humoral spesifik. Lipopolisakarida merupakan bagian dari dinding sel *S. platensis* yang berfungsi pada respon kekebalan tubuh. Lipopolisakarida dapat menginduksi *Toll Like Receptor 4* (TLR4) yang berada pada permukaan sel sehingga sel darah putih yaitu neutrofil, monosit dan makrofag dapat

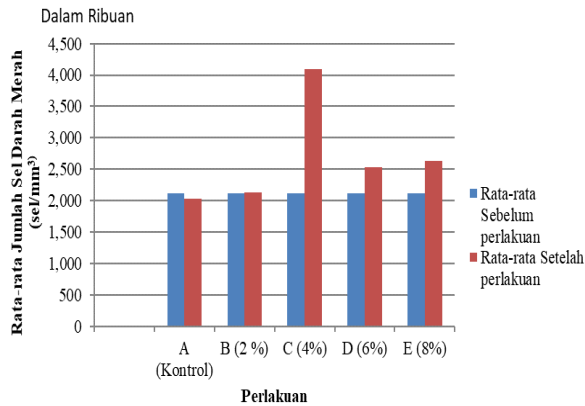
mengenali dan mengikat LPS dan mengaktifkan interleukin IL-1, IL-6 dan TNF- α yang kemudian akan mengaktifkan sel-sel lain yang terlibat dalam mekanisme pertahanan inang (Gallay et al., 1993). Selain lipopolisakarida, *S. platensis* juga mengandung beta karoten yang dapat meningkatkan respon proliferasi limfosit T dan B, menstimulasi fungsi sel T, serta meningkatkan makrofag dan sel T (Muchtadi, 2012).

Menurut Moyle dan Cech (2004), leukosit berpengaruh terhadap daya tahan tubuh ikan karena leukosit berfungsi untuk melindungi tubuh ikan dari penyakit. Sel darah putih merupakan sel darah yang berperan dalam sistem kekebalan tubuh. Sel darah putih membantu membersihkan tubuh dari benda asing (bakteri maupun *S. platensis*), termasuk invasi patogen melalui sistem tanggap kebal terhadap bakteri melalui proses fagositosis dan respon lainnya.

Sel darah merah mengandung hemoglobin yang berfungsi dalam pengikatan oksigen. Rendahnya eritrosit akan menyebabkan rendahnya oksigen dalam darah, akibatnya ikan akan mengalami anoxia (kekurangan oksigen) (Fujaya, 2002). Darah ikan berfungsi mengedarkan suplai makanan ke seluruh tubuh, membawa oksigen ke jaringan-jaringan tubuh, membawa hormon dan enzim ke organ yang memerlukan (Angka, 2005).

Berdasarkan hasil penelitian ini rata-rata jumlah sel darah merah sebelum diberi perlakuan dengan *S. platensis* sebesar 2.120.000 sel/mm³, sedangkan setelah diberi perlakuan jumlah sel darah merah mengalami perubahan yang bervariasi (Gambar 2). Gambar 2 terlihat setelah diberi perlakuan rata-rata jumlah sel darah merah mengalami peningkatan. Peningkatan yang paling tinggi terjadi pada perlakuan C (4%), kemudian diikuti dengan perlakuan E (8%), perlakuan D (6%) lalu perlakuan B (2%) (Tabel 2).

Tabel 2. memperlihatkan peningkatan rata-rata jumlah sel darah merah yang paling rendah terjadi pada perlakuan B yaitu sebesar 0,61%, sedangkan peningkatan yang paling tinggi pada perlakuan C sebesar 88,68%.



Gambar 2. Rata-rata Jumlah Sel Darah Merah Ikan Koi

Namun jumlah sel darah merah semua perlakuan masih dalam batas normal, sesuai dengan pendapat Takashima dan Hibiya (1995) bahwa jumlah sel darah merah umumnya berkisar antara 1 - 3 juta sel/mm³. Penelitian pendahuluan yang dilakukan oleh Rahma (2015) memperlihatkan penambahan *Sargasum* sp. dapat meningkatkan sel darah merah ikan lele dumbo, tanpa pemberian *Sargasum* sp. jumlah sel darah merah sebesar 1.424.000 sel/mm³ dan dengan pemberian *Sargasum* sp. 15 g/kg mengalami peningkatan menjadi 1.358.000 sel/mm³.

Jumlah sel darah merah mengalami peningkatan setelah penambahan *S. platensis*, adanya peningkatan sel darah merah akan mempengaruhi peningkatan ketahanan dalam tubuh karena terjadi peningkatan hemoglobin sehingga oksigen dapat diikat lebih banyak. Oksigen yang cukup dapat menyebabkan

metabolisme tubuh ikan berjalan dengan baik. Semua perlakuan yang diberi *S. platensis* mengalami kenaikan sedangkan perlakuan A tanpa pemberian *S. platensis* mengalami penurunan. Jumlah sel darah merah yang tinggi setelah penambahan *S. platensis*. Hal ini menandakan bahwa imunostimulan yang diberikan berpengaruh terhadap ketahanan tubuh ikan yang diakibatkan karena peningkatan hemoglobin pada ikan yang berpengaruh terhadap oksigen dalam tubuh sehingga metabolisme tubuh ikan berjalan dengan baik. Belay (2002) mengatakan bahwa *S. platensis* dapat meningkatkan pembentukan sel baru. Peningkatan sel darah merah merupakan usaha homeostasis tubuh ikan dalam upaya untuk memperbanyak hemoglobin guna mengikat oksigen. Ikan yang hidup di air rendah oksigen akan mengalami hematopoiesis sehingga eritrositnya meningkat sebagai upaya penyesuaian penambahan oksigen (Setiawati, 2007).

Hasil tersebut menunjukkan bahwa *S. platensis* juga mempengaruhi jumlah sel darah merah. Anderson dan Siwicki (1993) menyatakan bahwa sel darah merah dapat memberikan informasi penting menyangkut kondisi fisiologi dan menunjukkan kesehatan ikan. Tepung *S. platensis* juga memiliki kandungan nutrisi yang cukup baik seperti kandungan protein *S. platensis* mencapai 60-70%, sebagian besar dari protein tersebut dapat dicerna dengan baik oleh ikan, sedangkan memiliki kandungan lemak sebesar 1,5 - 12% (Ciferri, 1983 dalam Utomo 2005).

Tabel 2. Persentase Peningkatan Jumlah Sel Darah Merah

Perlakuan (%/kg)	Rata-rata Sebelum perlakuan (sel/mm ³)	Setelah (sel/mm ³)	Peningkatan Sel Darah Merah (%)
A (Kontrol)	2.120.000	2.030.000	-4,25
B (2 %)	2.120.000	2.133.000	0,61
C (4%)	2.120.000	4.100.000	88,68
D (6%)	2.120.000	2.536.000	19,62
E (8%)	2.120.000	2.633.333	24,21

Uji Viabilitas

Uji viabilitas yang digunakan pada penelitian ini yaitu uji stres terhadap salinitas. Stres merupakan respon bertahan pada ikan terhadap penyebab stres (stressor). Berbagai sumber stres baik berupa faktor lingkungan (suhu, salinitas, pH, cahaya, pemeliharaan) maupun faktor biotik seperti infeksi mikroorganisme akan mempunyai dampak negatif terhadap perubahan fisiologis tubuh hewan. Perubahan tersebut meliputi, gangguan pertumbuhan, produktivitas dan semua aktivitas yang merupakan akibat dari mekanisme homeostasis dalam tubuh yang terganggu. Karakteristik darah dapat digunakan untuk mengevaluasi respon fisiologi pada ikan.

Hasil dari uji stres terhadap salinitas ini yang dapat bertahan hidup lebih lama yaitu pada perlakuan C yang ditambahkan *S. platensis* sebesar 4% dengan lama rata-rata kematian yaitu 73 menit atau 1 jam 13 menit. Sedangkan yang tercepat mati yaitu pada perlakuan A dengan waktu 33 menit (Tabel 3).

Tabel 3. Lama Ikan Bertahan Hidup

Perlakuan	Rata-rata Lama Ikan Bertahan Hidup (Menit)
A (Kontrol)	33
B (2%)	67
C (4%)	73
D (6%)	54
E (8%)	49

Jika dikaitkan dengan jumlah eritrosit dan leukosit setelah diberi perlakuan membuktikan bahwa meningkatnya jumlah eritrosit dan leukosit dapat membuat ketahanan tubuh ikan koi meningkat. Penghitungan total leukosit penting dilakukan untuk mengetahui status kesehatan ikan. Kortisol juga berhubungan erat dengan sistem imun, kortisol berfungsi menekan sistem imun sehingga menyebabkan menurunnya jumlah total leukosit. Pada stres ringan yang masih dapat diatasi oleh tubuh ikan, akan terjadi peningkatan jumlah total leukosit, dimana proses tersebut merupakan upaya untuk

mengatasi stres yang ditimbulkan oleh *stressor* (Harper and Wolf, 2009).

Pada awal pengamatan dimulai, ikan berenang dengan normal tetapi setelah hitungan menit ikan mulai berenang tanpa arah, beberapa menit kemudian ikan tidak bergerak dan tidak berenang kembali tetapi jika akuarium diketuk ikan masih membuat gerakan reflek (kaget lalu berenang tanpa arah), ini menandakan ikan mengalami stres. Ikan yang mati akibat stres salinitas berwarna putih pucat dan sisik terlepas dari tubuh. Salah satu indikasi ikan stres adalah meningkatnya kadar glukosa dalam plasma. Adanya respons stres, akan merangsang hipotalamus untuk melepaskan *corticotrophin releasing factor* (CRF), dan CRF ini akan merangsang kelenjar hipofisa anterior untuk melepaskan hormon *adrenocorticotropin hormone* (ACTH). Kemudian ACTH akan merangsang sel-sel interrenal (medulla adrenal) untuk menghasilkan kortisol dan hormon katekolamin, seperti epinefrin (Wedemeyer, 1996). Hormon-hormon ini berperan dalam proses glukoneogenesis yang akan mendeposisi cadangan glikogen di hati dan otot untuk meningkatkan kadar glukosa darah (Hastuti, 2004).

Setiap akuarium terdapat 3 ikan, pada perlakuan A ikan mati dalam waktu 33 menit, perlakuan B ikan mati dalam waktu 67 menit, perlakuan C ikan mati dalam waktu 73 menit, perlakuan D mati dalam waktu 54 menit dan perlakuan E mati dalam waktu 49 menit.

Hasil penelitian ini menunjukkan perbedaan antara perlakuan yang diberi *S. platensis* dengan perlakuan tanpa pemberian *S. platensis*, menandakan bahwa pemberian perlakuan mempengaruhi daya tahan ikan koi dengan memperlama ikan mati. Kondisi lingkungan akan berpengaruh pada hasil uji salinitas. Peningkatan salinitas dapat mempengaruhi ketahanan tubuh ikan, ikan yang memiliki kondisi yang baik akan bertahan dalam waktu yang lebih lama dibandingkan dengan yang kurang baik dengan salinitas yang diberikan. Kandungan garam dalam suatu perairan dapat berhubungan dengan sistem osmoregulasi pada organisme air tawar.

Affandi (2001) berpendapat bahwa organisme akuatik mempunyai tekanan

osmotik yang berbeda-beda dengan lingkungannya sehingga ikan harus dapat mencegah kelebihan air atau kekurangan air dalam tubuh agar proses fisiologis dalam tubuhnya berlangsung normal.

Salinitas di perairan menimbulkan tekanan-tekanan osmotik yang dapat berbeda dengan tekanan osmotik di dalam tubuh organisme perairan. Hal tersebut menyebabkan organisme harus melakukan mekanisme osmoregulasi di dalam tubuhnya sebagai upaya untuk menyeimbangkan tekanan osmotik di dalam dan di luar tubuh. Proses osmoregulasi merupakan salah satu proses fisiologi yang terjadi dalam tubuh ikan untuk mengontrol konsentrasi larutan dalam tubuh agar seimbang dengan lingkungannya. Ketidakmampuan ikan dalam mengontrol keseimbangan osmotik dalam tubuhnya akan menyebabkan ikan stres dan dapat berakibat pada kematian ikan. Perubahan kondisi lingkungan juga akan mengakibatkan perubahan alokasi energi yang ada di dalam badan ikan. Energi yang seharusnya untuk pertumbuhan akan digunakan untuk melakukan aktivitas metabolisme yang meningkat sebagai akibat dari perubahan kondisi lingkungan. Hal tersebut mengakibatkan terhambatnya proses pertumbuhan.

Ikan yang sehat dapat dipengaruhi dari pemberian pakan dan kualitas air selama pemeliharaan 40 hari. *S. pirullina* yang dicampur kedalam pakan memiliki banyak kandungan yang dapat meningkatkan imun ikan seperti kandungan protein, karatenoid maupun lipopolisakarida yang dapat meningkatkan jumlah eritrosit tubuh. Protein dalam tubuh berfungsi sebagai zat pembangun. Menurut Grzanna *et al.*, (2006) menyatakan bahwa *S. platensis* mempunyai efek imunostimulator.

SIMPULAN

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan *Spirulina platensis* sebesar 4 % pada pakan efektif untuk meningkatkan sistem imun ikan koi yang menghasilkan rata-rata jumlah sel darah merah dan sel darah putih tertinggi masing-masing perlakuan yaitu sebesar 4.100.000 sel/mm³ dan 454.467 Sel/mm³ dan menghasilkan lama kematian yang paling lama dalam uji stres yaitu selama 73 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Belay, A. and Y. Ota. 1993. Current knowledge on potential health benefits of Spkulina. Publ. in Journal ef Appl. Plryeelagt,5:215-24L USA.
- Satiyantini,W.H. dkk. 2014. Pemberian Fikosianin Spirulina Meningkatkan Jumlah Sel Darah, Aktivitas Fagositosis, dan Pertumbuhan Ikan Kerapu Bebek Juvenil. Jurnal Veteriner Maret 2014 Vol. 15 No. 1: 46-56
- Thomas, P. 2004. Bakteria and viruses. Lucent Library of Science and Tecnology. United States of America. P 225-230.
- Utomo, N.B.P. dkk. 2006. Pengaruh Penambahan *Spirulina platensis* Dengan Kadar Berbeda Pada Pakan Terhadap Tingkat Intensitas Warna Merah Pada Ikan Koi Kohaku (*Cyprinus carpio L.*). Jurnal Akuakultur Indonesia, 5(1): 1-4 (2006)
- Wedemeyer.1996. Physiology of Fish in Intensive Culture System. Chapman & Hall. ITF Publishing. 229 ps.