

Minyak Ikan Lemuru dan Suplementasi Vitamin E dalam Ransum Ayam Broiler sebagai Imunomodulator

(The Lemuru Fish Oil and the Suplemen of Vitamin E in the Diet of Broiler Chicken as an Immunomodulator)

Denny Rusmana¹, Wiranda Gentini Piliang², Agus Setiyono³, dan Slamet Budijanto⁴

¹ Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, Bandung

² Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Bogor

³ Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor, Bogor

⁴ Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor

ABSTRACT: The research was conducted using lemuru fish oil and vitamin E supplementation in broiler chicken diet as an immunomodulator. The experiment design was used a completely randomized design with 3 x 3 factorial pattern. Nine treatment diets were consisted of three levels of lemuru fish oil supplementation (0, 3, and 6%) as the first factor, and vitamin E supplementation (0, 100, and 200ppm) as the second factor and its combinations. All data were analyzed by analysis of variance and Duncan multiple ranges. There were no significant differences among treatments on antibody titers responses after first ND vaccination, but gave significantly differences on antibody titers ($P < 0,05$) after the second ND vaccination. There were interaction effects of dietary lemuru fish oil and vitamin E on the increasing of the antibody titers. There were no interaction effects of lemuru fish oil and vitamin E on antibody titers responses to IBD. Vitamin E supplementation significantly increased ($P < 0,05$) antibody titers responses to IBD, but not the lemuru fish oil supplementation. The amount of lymphocyte was significantly increased ($P < 0,05$) due to the lemuru fish oil supplementation but not due to the vitamin E supplementation.

Key Words: Lemuru fish oil, vitamin E, broiler chicken, immunomodulator

Pendahuluan

Tantangan paling berat dibidang peternakan unggas diantaranya adalah pencegahan penyakit. Daya tahan tubuh ternak merupakan benteng utama untuk mencegah terjangkitnya penyakit. Daya tahan adalah kemampuan tubuh untuk menangkal dan melawan penyakit. Oleh karena itu, daya tahan terkait erat dengan sistem pertahanan kekebalan (imunitas) tubuh yang ditunjang oleh sel imun serta antibodi.

Kinerja dan penampilan ternak yang terjangkit penyakit akan diperburuk oleh kesalahan penyusunan ransum. Penyusunan ransum pada dasarnya hanya ditekankan kepada terpenuhinya kebutuhan energi, protein vitamin dan mineral. Asam lemak tak jenuh ganda (PUFA) jarang menjadi perhatian dalam penyusunan ransum. Padahal PUFA merupakan prekursor dari beberapa zat yang mempengaruhi sistem imun. Asam lemak n-6 merupakan prekursor dari prostaglandin E_2 (PGE_2), dan prostasiklin I_2 (PGI_2). Asam lemak n-3 merupakan prekursor dari prostaglandin E_3 (PGE_3), dan prostasiklin I_3 (PGI_3).

Pada sistem pertahanan tubuh, aktivitas PGE_2 menyebabkan imunosupresif yang secara anatomis diperlihatkan oleh atrofi organ limfoid (Husband, 1995). Hal ini bergantung pada kekuatan aktifitas prostasiklin I_2 yang mempunyai peran sebagai imunostimulan dalam jaringan organ limfoid (Lowenthal *et al.*, 1994). PGE_2 dan PGI_2 disintesa dari asam arakhidonat (AA) yang metabolismenya meningkat pada reaksi pertahanan tubuh

Metabolisme AA dihambat oleh asam lemak n-3 yakni linolenat (LNA) dan eikosa pentaenoat (EPA), karena dikatalisasi oleh enzim yang sama. Sifat penghambatan ini menjadi kuat apabila LNA sudah dimetabolisme menjadi EPA (Hwang *et al.*, 1988). Kehadiran linolenat dan EPA diharapkan dapat mengurangi sifat imunosupresif dari asam lemak n-6.

Atas dasar itulah perlu dipertimbangkannya kehadiran asam lemak n-3 linolenat (LNA) dan EPA ke dalam ransum ayam broiler, karena lebih dari 50% ransum ayam broiler adalah jagung. Pakan jagung banyak mengandung asam lemak n-6, sehingga dengan ditambahkannya minyak yang kaya asam lemak n-3 dapat menekan metabolisme dari asam lemak n-6. Minyak ikan dapat dijadikan alternatif

pakan sumber asam lemak n-3. Rusmana *et al.* (2000), melaporkan bahwa penambahan minyak ikan tuna sebesar 6% dalam ransum ayam kampung dapat meningkatkan kandungan asam lemak n-3, EPA dan asam dokosa heksaenoat (DHA), dan menekan kandungan AA dalam jaringan.

Minyak ikan yang sangat potensial di Indonesia adalah minyak ikan lemuru. Minyak ikan lemuru merupakan hasil sampingan pembuatan tepung ikan dan pengalengan ikan lemuru (*Sardinella Longiceps*). Produksi ikan lemuru (*Sardinella Longiceps*) di Indonesia rata-rata mencapai $\pm 15,84\%$ per tahun dari produksi total semua jenis ikan. Muncar sebagai daerah penangkapan utama ikan lemuru, produksi rata-rata pertahun $\pm 81,37\%$ dari total produksi ikan lemuru di Jawa Timur. Pendataan selama lima tahun terakhir puncak musim lemuru jatuh pada setiap awal musim yaitu bulan Oktober sampai dengan bulan Desember, walaupun terlihat juga pada bulan April sampai Juni. Sepanjang tahun dapat tertangkap dalam jumlah kecil (Bandie, 1982). Kandungan lemak atau minyak dari ikan lemuru sekitar 4,5-11,8% (Hanafiah dan Murdinah, 1982).

Penambahan minyak ikan terlalu tinggi dalam ransum ternyata memberikan efek yang kurang menguntungkan. Asam lemak tak jenuh ganda sangat mudah teroksidasi, berdasarkan hasil penelitian Wander *et al.* (1997) pemberian Asam lemak tak jenuh ganda menurunkan vitamin E dan peningkatan peroksidasi lemak dalam plasma. Pada gilirannya defisiensi vitamin E akan mempengaruhi fungsi kekebalan tubuh. Defisiensi vitamin E telah

menunjukkan penekanan respon imun pada semua spesies (Meydani 1995). Konsekuensinya, peningkatan konsentrasi vitamin E dibutuhkan ketika mengonsumsi asam lemak n-3.

Metode Penelitian

Penelitian menggunakan metode eksperimental. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap pola faktorial 3 x 3 dengan empat ulangan. Perlakuan merupakan kombinasi tingkat pemberian minyak ikan lemuru, dan suplementasi vitamin E. Terdiri dari tiga tingkat pemberian minyak ikan lemuru (0%, 3% dan 6%), dan 3 tingkat suplementasi vitamin E (0, 100, dan 200 ppm). Terdapat sembilan kelompok ransum perlakuan. Komposisi dan kandungan nutrisi ransum perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Penelitian menggunakan ayam broiler jantan dan betina CP 707. Jumlah ayam yang digunakan 216 ekor. Ayam dibagi secara acak ke dalam sembilan kelompok perlakuan. Pada setiap kelompok dibagi lagi secara acak ke dalam empat sub kelompok. Setiap sub kelompok terdapat 6 ekor ayam. Ayam dipelihara dari umur sehari (DOC) sampai umur 42 hari dan diberi ransum penelitian. Selama pemeliharaan ayam diberi vaksin *Newcastle Diseases* (ND). Vaksin ND diberikan pada umur 4 hari (melalui tetes mata), dan pada umur 21 hari (melalui air minum). Vaksin *Infectious Bursa diseases* (IBD) diberikan pada umur 11 hari (melalui air minum).

Tabel. 1 Komposisi ransum penelitian

[illegible]

Tabel 2. Kandungan nutrisi dan energi metabolis (EM) ransum

Nutrien dan EM	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉
EM (kkal/kg)	3060,70	3056,20	3051,70	3060,70	3056,20	3051,70	3060,70	3056,20	3051,70
Protein kasar (%)	21,46	21,46	21,46	21,46	21,46	21,46	21,46	21,46	21,46
Lemak kasar (%)	8,21	8,21	8,21	8,21	8,21	8,21	8,21	8,21	8,21
Serat kasar (%)	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83
Ca (%)	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23
Nonpitat P (%)	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
Lisin (%)	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
Metionin (%)	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Metionin+sistin (%)	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
Vitamin E (ppm)	17,88	16,83	15,78	117,88	116,83	115,78	217,88	216,83	215,78
n-3 (%)	0,08	0,55	1,02	0,08	0,55	1,02	0,08	0,55	1,02
n-6 (%)	1,73	1,78	1,80	1,73	1,78	1,80	1,73	1,78	1,80
n-3/n-6	0,05	0,31	0,56	0,05	0,31	0,56	0,05	0,31	0,56

Parameter yang diamati adalah respon kekebalan tubuh terdiri dari:

1. Pengukuran titer antibodi ND primer
Pada hari ke 14 setelah diberi vaksin ND pertama (umur 18 hari) masing-masing kandang diambil tiga ekor ayam untuk diambil sampel darahnya. Sampel darah diambil melalui pembuluh darah vena untuk diukur titer antibodi. Metode yang digunakan adalah metode HI.
2. Pengukuran titer antibodi ND sekunder
Pada hari ke14 setelah diberi vaksin ND kedua (umur 35 hari) masing-masing kandang diambil tiga ekor ayam untuk diambil sampel darahnya. Sampel darah diambil melalui pembuluh darah vena untuk diukur titer antibodi. Metode yang digunakan adalah metode HI.
3. Pengukuran titer antibodi IBD
Pada hari ke14 setelah diberi vaksin IBD (umur 25 hari) masing-masing kandang diambil dua ekor ayam untuk diambil sampel darahnya. Sampel darah diambil melalui pembuluh darah vena untuk diukur titer antibodi. Metode yang digunakan adalah metode ELISA .

Analisis Diferensiasi Sel Darah Putih

Ayam umur 40 hari diambil sampel darah. Setiap kandang diambil 2 ekor. Sampel darah ditampung dalam tabung EDTA ukuran 2ml. Selanjutnya sampel darah dihitung komposisi komponen sel darah putih dengan pengamatan preparat ulas dibawah mikroskop.

Analisis Statistika

Data yang terkumpul dianalisis dengan analisis ragam yang dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan. Analisis statistika diuji pada taraf nyata 5%.

Hasil dan Pembahasan

Pengaruh Perlakuan Terhadap Titer Antibodi

Respon titer antibodi terhadap ND dan IBD antar pemberian ransum perlakuan diamati setelah empat belas hari dari vaksinasi. Respon titer antibodi terhadap ND tidak terdapat perbedaan yang nyata ($P>0,05$) antar pemberian ransum terhadap vaksin ND yang pertama (ND primer). Perbedaan respon titer antibodi terhadap ND antar perlakuan pemberian ransum perlakuan terlihat nyata ($P<0,05$) terhadap vaksin ND kedua (ND sekunder), bahkan terlihat adanya interaksi antara penambahan minyak ikan lemuru dan vitamin E.

Perbedaan respon titer antibodi terhadap IBD antar perlakuan pemberian ransum menunjukkan tidak terdapat adanya interaksi antar pemberian minyak ikan lemuru dan suplementasi vitamin E. Perbedaan respon titer antibodi terhadap IBD antar perlakuan pemberian minyak ikan lemuru tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($P>0,05$). Perbedaan yang nyata ($P<0,05$) respon titer antibodi terhadap IBD hanya ditunjukkan antar perlakuan suplementasi vitamin E.

Tabel 3. Pengaruh perlakuan terhadap titer antibodi ND primer dan ND sekunder

Vitamin E (ppm)	Minyak Ikan Lemuru (%)	ND Titer Primer (log 2)	ND Titer Sekunder (log 2)
0	0	5,50 ± 1,38 ^a	6,08 ± 1,00 ^e
	3	6,00 ± 0,60 ^a	6,42 ± 1,24 ^{de}
	6	5,58 ± 1,16 ^a	7,17 ± 0,83 ^{cd}
100	0	5,67 ± 0,65 ^a	8,42 ± 1,31 ^{ab}
	3	5,75 ± 0,75 ^a	7,58 ± 1,00 ^{bc}
	6	5,33 ± 1,07 ^a	7,92 ± 1,38 ^{bc}
200	0	5,92 ± 1,24 ^a	7,00 ± 0,95 ^{cde}
	3	5,58 ± 0,79 ^a	7,67 ± 0,49 ^{bc}
	6	6,00 ± 1,35 ^a	9,08 ± 1,44 ^a

^{a,b,c,d,e} Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan ada perbedaan pada P<0,05

Tabel 4. Pengaruh perlakuan terhadap titer antibodi IBD

Faktor		Minyak Ikan Lemuru (%)			Rataan
		0	3	6	
Vitamin E (ppm)	0	2,11 ± 0,93	2,13 ± 0,64	2,22 ± 0,97	2,15 ± 0,83 ^A
	100	2,44 ± 0,88	2,63 ± 0,52	2,88 ± 0,64	2,65 ± 0,70 ^A
	200	2,89 ± 0,60	2,56 ± 0,88	2,67 ± 0,71	2,70 ± 0,72 ^B
	Rataan	2,48 ± 0,85 ^a	2,44 ± 0,71 ^a	2,59 ± 0,81 ^a	

Suplementasi vitamin E pada ransum perlakuan melebihi kebutuhan normal (100 dan 200 ppm). Kandungan vitamin E pada ransum yang tidak disuplementasi vitamin E berkisar 15,78 – 17,88 ppm. Menurut Piliang (2002), kebutuhan vitamin E untuk ayam periode starter adalah 30 ppm, sedangkan periode pertumbuhan adalah 10 ppm. Peningkatan suplementasi vitamin E dari 100 – 200 ppm memperlihatkan efek peningkatan respon titer antibodi ND sekunder dan IBD.

Menurut Parakasi, (1988) pemberian vitamin E yang melebihi kebutuhan normal dapat mempengaruhi mekanisme resistensi tubuh dengan meningkatnya pembentukan antibodi secara efisien pada ayam muda maupun ayam dewasa, dosis efektif vitamin E untuk meningkatkan respon antibodi adalah berkisar 130 – 150 ppm pada makanan yang telah mengandung 35 – 60 ppm. Sedangkan menurut Erf *et al.* (1988) kandungan vitamin E 87 ppm dalam ransum dapat memberikan dampak terhadap sistem imun. Mengingat minyak ikan lemuru mudah teroksidasi maka penambahan vitamin E sebanyak 100 -200 ppm memiliki dua fungsi yaitu sebagai antioksidan dan meningkatkan daya tahan tubuh.

Peranan asam lemak tak jenuh baru memperlihatkan imunomodulator efek pada respon titer antibodi sekunder terhadap ND. Respon titer anti bodi terhadap ND tidak terdapat perbedaan yang nyata antar pemeberian ransum setelah vaksin ND yang pertama (ND primer). Perbedaan respon titer

antibodi terhadap ND antar perlakuan terlihat nyata (P<0,05) setelah vaksin ND kedua ((ND sekunder). Sesuai yang dilaporkan oleh Sijben *et al.* (2000) efek Immunomodulator oleh asam lemak tak jenuh ganda lebih besar pengaruhnya pada sekunder dari pada primer terhadap patogen. Pada Tabel 3 dapat dilihat peningkatan respon titer antibodi terhadap ND setelah vaksin ND yang kedua akibat penambahan minyak ikan lemuru pada ransum tanpa suplementasi vitamin E dan yang disuplementasi vitamin E sebanyak 200 ppm.

Peranan imunomodulator dari asam lemak n-3 dilaporkan oleh Sijben *et al.* (2001), meningkatnya LNA pada kandungan asam linoleat (LA) rendah ternyata respon titer antibodi terhadap *Mycobacterium butyricum* menunjukkan peningkatan, demikian juga pada tingkat LA tinggi peningkatan LNA dalam ransum menunjukkan peningkatan respon titer antibodi terhadap *Mycobacterium butyricum*. Peningkatan penambahan minyak ikan lemuru dari 0, 3, dan 6% dalam ransum penelitian menyebabkan peningkatan imbalanced asam lemak n-3 terhadap asam lemak n-6 berturut turut yakni 0,05, 0,031, dan 0,056 (Tabel 2). Kandungan asam lemak n-3 meningkat berturut turut dari 0,08, 0,55, dan 1,02 % dengan kandungan asam lemak n-6 yang relatif tidak begitu besar peningkatannya yaitu berturut-turut dari 1,73, 1,78, dan 1,80%. Berdasarkan hasil pembahasan dapat disimpulkan

bahwa asam lemak n-3 memiliki peran sebagai imunomodulator. Hal ini sesuai dengan Huang *et al.* (1992), melaporkan bahwa pada pemberian asam lemak n-3 PUFA yang tinggi dalam ransum (20g minyak ikan/100g ransum) menghasilkan persentase sel B tertinggi pada tikus yang diinfeksi *Listeria*. Pengamatan respon titer antibodi terhadap ND diamati setelah 14 hari ayam divaksin ND, ini bisa dianggap sebagai penginfeksi yang diharapkan dapat merangsang peningkatan persentase sel B yang pada akhirnya merangsang peningkatan respon titer antibodi terhadap ND. Ternyata hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat peningkatan yang nyata pada respon titer antibodi terhadap ND, sebagai akibat peningkatan penambahan minyak ikan lemuru sampai 6% dalam ransum.

Dari hasil pengamatan respon titer antibodi terhadap ND sekunder terdapat interaksi antara tingkat penambahan minyak ikan lemuru dan suplementasi vitamin E ($P>0,05$). Semakin tinggi tingkat penggunaan minyak ikan lemuru dan suplementasi vitamin E memberikan imunomodulator efek yang positif dengan semakin meningkatnya titer antibodi. Respon titer antibodi tertinggi terhadap ND sekunder dicapai pada ayam yang diberi ransum mengandung minyak ikan lemuru 6% dan disuplementasi vitamin E sebesar 200 ppm

dengan nilai rata-rata titer antibodi $9,08 \pm 1,44$ pada log 2.

Pengaruh Perlakuan terhadap Diferensiasi Sel Darah Putih

Komponen sel darah putih yang dapat diamati adalah eosinofil, heterofil dan limfosit. Pengaruh pemberian ransum perlakuan terhadap masing-masing komponen sel darah putih menunjukkan tidak adanya interaksi antara tingkat penggunaan minyak ikan lemuru dan suplementasi vitamin E. Suplementasi vitamin E menunjukkan signifikansi yang nyata ($P<0,05$) menurunkan persentase eosinofil. Persentase heterofil antar perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($P>0,05$). Peningkatan persentase limfosit nyata ($P<0,05$) dipengaruhi oleh pemberian minyak ikan lemuru, tetapi tidak dipengaruhi oleh suplementasi vitamin E.

Jumlah limfosit pada pemberian ransum yang mengandung minyak ikan lemuru 3% tidak menunjukkan perbedaan nyata ($P>0,05$) dibandingkan dengan yang diberi ransum yang tidak mengandung minyak ikan lemuru. Peningkatan limfosit terlihat berbeda nyata ($P<0,05$) pada pemberian ransum yang mengandung 6% minyak ikan lemuru dibandingkan dengan yang diberi ransum yang tidak mengandung minyak ikan lemuru.

Tabel 5. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan eosinofil (%)

Faktor	Minyak Ikan Lemuru (%)			Rataan	
	0	3	6		
		%			
Vitamin E (ppm)	0	2,88 ± 2,52	2,25 ± 1,39	1,00 ± 1,00	2,04 ± 1,96 ^A
	100	0,88 ± 1,27	1,13 ± 1,76	0,50 ± 0,50	0,83 ± 1,34 ^B
	200	0,38 ± 0,70	1,88 ± 1,27	1,00 ± 1,32	1,08 ± 1,32 ^B
	Rataan	1,38 ± 2,04	1,75 ± 1,59	0,83 ± 1,05	

^{A,B} Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan ada perbedaan pada $P<0,05$

Tabel 6. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan heterofil

Faktor	Minyak ikan lemuru (%)			Rataan	
	0	3	6		
		%			
Vitamin E (ppm)	0	23,75 ± 14,19	28,25 ± 19,48	20,75 ± 9,79	24,25± 14,69
	100	19,38 ± 13,54	25,50 ± 19,90	13,50 ± 5,88	19,46± 14,56
	200	22,63 ± 8,12	18,75 ± 12,47	14,25 ± 9,07	18,54± 10,23
	Rataan	21,92 ± 11,86	24,17 ± 17,32	16,17 ± 8,71	

Tabel 7. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan limfosit

Faktor	Minyak ikan lemuru (%)				Rataan
	0	3	6		
%					
Vitamin E	0	69,50 ± 20,30	73,38 ± 15,61	78,25 ± 10,47	73,71± 15,70
(ppm)	100	73,38 ± 19,12	79,75 ± 13,26	86,00 ± 5,66	79,71± 14,22
	200	79,38 ± 12,33	77,00 ± 8,03	84,75 ± 8,70	80,38± 9,99
	Rataan	74,08 ± 17,33 ^a	76,71 ± 12,42 ^{ab}	83,00 ± 8,84 ^b	

^{a,b} Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan ada perbedaan pada $P < 0,05$

Peningkatan limfosit erat kaitannya dengan peranan organ limfoid dalam memproduksi sel limfosit (sel B dan sel T). Sel limfosit B adalah sel yang akan memproduksi antibodi. Efek minyak ikan terhadap persentase sel limfoid dilaporkan oleh Huang *et al.* (1992), bahwa pemberian ransum yang mengandung asam lemak n-3 yang tinggi dalam ransum (20 g minyak ikan/100 g ransum) dapat meningkatkan populasi sel B pada tikus yang diinfeksi dibandingkan dengan tikus yang diberi ransum yang mengandung minyak biji bunga matahari dan minyak kelapa. Meningkatnya limfosit pada tingkat penggunaan minyak ikan lemuru 6%, hal ini menunjukkan peranan minyak ikan lemuru dalam meningkatkan kepekaan sel B untuk membelah yang pada akhirnya meningkatkan limfosit. Peranan minyak ikan lemuru pada tingkat 6% sebagai imunomodulator selain didukung produksi limfosit, didukung juga oleh meningkatnya titer antibodi pada vaksin ND yang kedua. Pada tingkat penggunaan minyak ikan lemuru 3% belum mampu sebagai imunomodulator, karena pada tingkat penggunaan minyak ikan lemuru 3% belum mampu meningkatkan limfosit maupun titer antibodi. Hal ini menunjukkan bahwa pada tingkat minyak ikan lemuru yang rendah belum mampu berfungsi sebagai imunomodulator, sebagaimana halnya yang dilaporkan oleh Korver and Klasing (1997), pada tingkat minyak ikan 2% belum mampu meningkatkan titer antibodi terhadap vaksin *Infectious Bronchitis* (IBV), sedangkan Fritsche *et al.* (1991), tingkat penggunaan minyak ikan 7% ternyata mampu meningkatkan titer antibodi pada ayam yang diberi antigen berupa eritrosit domba.

Kesimpulan

Peningkatan minyak ikan lemuru sampai 6% dengan suplementasi 200 ppm vitamin E dalam ransum dapat meningkatkan respon titer antibodi

setelah vaksinasi ND yang kedua dengan nilai rata-ran titer antibodi $9,08 \pm 1,44$ pada log 2, tetapi tidak setelah vaksin ND yang pertama. Peningkatan suplementasi 200 ppm vitamin E dalam ransum dapat meningkatkan respon titer antibodi IBD dengan nilai rata-ran titer antibodi $2,70 \pm 0,72$, tetapi tidak dipengaruhi oleh peningkatan minyak ikan lemuru dalam ransum. Penggunaan minyak ikan lemuru sampai 6% dalam ransum memiliki peranan dalam deferensiasi sel darah putih dengan meningkatnya persentase limfosit. Untuk memperbaiki sistem imunomodulator ayam broiler disarankan penambahan minyak ikan lemuru sebanyak 6% dan suplementasi vitamin E 200 ppm dalam ransum.

Daftar Pustaka

- Bandie M.J., 1982. Status perikanan lemuru di Jawa Timur. *Prosiding Seminar Perikanan Lemuru*. Banyuwangi. 18 – 21 Januari 1982. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. Jakarta. Hlm. 37 – 45.
- Fritsche, K.L., N.A.Cassity, and S.C. Huang, 1991. Effect of dietary fat source on antibody production and lymphocyte proliferation in chickens. *Poultry Science* 70: 611- 617.
- Hanafiah, T.A.R., dan Murdinah, 1982. Evaluasi Mutu pada Penanganan Ikan di Muncar. *Prosiding Seminar Perikanan Lemuru*. Pusat Litbang Perikanan Deptan. Jakarta.
- Hwang, D.H., M. Beaudreau, and P. Chanmugan, 1988. Dietary linolenic acid and longer-chain n-3 fatty acid: comparison of effect on arachidonic acid metabolism in rats. *Journal of Nutrition* 118: 427 – 437.
- Huang, C.C., M.L. Misfeldt, and K.L. Fritshe, 1992. Dietary fat influences Ia – antigen expression and immune cell populations in the murine peritoneum and spleen. *Journal of Nutrition* 122: 1219 – 1231.

- Husband, A.J., 1995. The immune system and intergrated homeostasis. *Immunology and Cell Biology* 73: 377 – 382.
- Korver, D.R., and K.C. Klasing, 1997. Dietary fish oil alters specific and inflammatory immune response in chicks. *Journal of Nutrition* 127: 2039 – 2046.
- Lowenthal, J.W., T.E. Conaick, P.G. Mc Wateres, and J.J.York, 1994. Development of T cells immune responsiveness in chicken. *Immunology and Cell Biology* 72: 1294 – 1300.
- Meydani, S.N., 1995. Vitamin E enhancement T cell-mediated function in healthy elderly: mechanisms of action. *Nutrition Review* 53: S52 – S58.
- Parakkasi, A., 1988. *Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak*. Vol IB, Monogastrik. UI Pres, Jakarta.
- Prescott, S.M., 1984. The effect of eicosapentaenoic acid on leukotriene B production by human neutrophils. *Journal of Bio-Chemistry* 259: 7615 – 7621.
- Piliang, W.G., 2002. *Nutrisi Vitamin*. Vol. 1. Edisi 5. Pusat Antar Universitas Ilmu Hayati, Institut Pertanian Bogor.
- Rusmana, D., W.G. Piliang, dan S. Budijanto, 2000. *Pengaruh Suplementasi Minyak Ikan, Minyak Jagung dan ZnCO₃ dalam Ransum terhadap Kandungan “ ω -3, ω -6 PUFA” dan Kolesterol Telur dan Karkas Ayam Kampung*. Bogor: [Tesis] Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Sijben, J.W., J.W. Schrama, M.G. Niuewland, and H.K. Parmentier, 2000. Immunomodulatory effects of Indomethacin and Prostaglandin E2 on primary and secondary antibody response in growing layer hens. *Poultry Science* 79(7): 949-955.
- Sijben, J.W., M.G. Niuewland, B. Kemp, H.K. Parmentier, and J.W. Schrama, 2001. Interaction and antigen dependence of dietary n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids on antibody responsiveness in growing layer hens. *Poultry Science* 80 (7): 885-893.
- Wander, R.C., J.A. Hall, J.L. Gradin, S.H. Du, and D.E. Jewe, 1997. The Ratio of Dietary (n-6) to (n-3) Fatty Acids Influence Immune System Function, Eicosanoid Metabolism, Lipid Peroxidation and Vitamin E Status in Aged Dogs. *Journal of Nutrition* 127: 1198-1205.