

Pengaruh Infeksi *Fasciola gigantica* (Cacing Hati) Iradiasi terhadap Gambaran Darah Kambing (*Capra hircus* Linn.)

BOKY JEANNE TUASIKAL¹ dan SUHARDONO²

¹Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi – BATAN

Jln. Cinere, Pasar Jum'at, P.O. Box 7002 JKSKL, Jakarta 12070, Indonesia

²Balai Besar Penelitian Veteriner, Jln. R.E. Martadinata 30, PO Box 151, Bogor 16114, Indonesia

(Diterima dewan redaksi 2 April 2006)

ABSTRACT

TUASIKAL, B.J. and SUHARDONO. 2006. The effect on infection of irradiated *Fasciola gigantica* (liver flukes) on goats (*Capra hircus* Linn) blood values. *JITV* 11(4): 317-323.

This experiment was carried out to study the effect of infection of *Fasciola gigantica* irradiated by ⁶⁰Co to goat's blood values. Twenty local male goats, ten to twelve old months, 15-20 kg of body weight were used for this study. The animals were divided into 5 groups consisting of four replications. Three groups received irradiated metacercariae of *Fasciola gigantica* using 45, 55 and 65 Gy respectively. One group was the positive control (goats were infected by non-irradiated metacercariae) and another one was the negative control (goats were not infected by metacercariae). Each goat received 350 metacercariae. Body weight, Eosinofil, PCV and Hb were measured every weeks for 20 weeks. The result indicated that pathogenicity of irradiated *Fasciola gigantica* was reduced. In all parameters, among negative control group and three irradiation-groups showed non significant (P>0.05) effect.

Key Words: *Fasciola gigantica*, Irradiation, Eosinofil, Packed Cell Volume, Haemoglobin

ABSTRAK

TUASIKAL, B.J. dan SUHARDONO. 2006. Pengaruh infeksi *Fasciola gigantica* (cacing hati) iradiasi terhadap gambaran darah kambing (*Capra hircus* Linn). *JITV* 11(4): 317-323.

Penelitian dilaksanakan dengan tujuan untuk melihat pengaruh infeksi *Fasciola gigantica* yang diiradiasi menggunakan ⁶⁰Co terhadap gambaran darah kambing. Dua puluh ekor kambing kacang (*Capra hircus* Linn.), jantan, berumur antara 10-12 bulan dengan berat badan sekitar 15-20 kg digunakan sebagai hewan percobaan. Hewan-hewan tersebut dibagi kedalam lima kelompok perlakuan, masing-masing terdiri dari empat ekor. Tiga kelompok hewan masing-masing diinfeksi dengan metaserkaria *Fasciola gigantica* iradiasi dengan dosis 45, 55 dan 65 Gy. Dua kelompok hewan digunakan sebagai kelompok kontrol positif dan kelompok kontrol negatif. Dosis infeksi adalah 350 metaserkaria peroral untuk tiap ekor. Pengamatan dilakukan tiap minggu terhadap parameter bobot hidup, jumlah eosinofil darah, nilai hematokrit (PCV) dan kadar hemoglobin (Hb). Penelitian ini menunjukkan bahwa iradiasi dapat menurunkan patogenitas *Fasciola gigantica*. Dari seluruh parameter yang diamati, antara kelompok kontrol negatif dan kelompok iradiasi tidak menunjukkan perbedaan yang berarti (P>0,05).

Kata Kunci: *Fasciola gigantica*, Iradiasi, Eosinofil, Hematokrit (*Packed Cell Volume*), Hemoglobin

PENDAHULUAN

Peningkatan produksi ternak sebagai sumber protein hewani adalah suatu strategi nasional dalam rangka peningkatan ketahanan pangan yang sangat diperlukan dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia (DIWYANTO, 2000). Manfaat protein hewani sangat menentukan dalam mencerdaskan manusia karena kandungan asam aminonya tidak dapat tergantikan (*irreversible*) oleh bahan makanan lainnya (RIADY, 2006). Oleh karena itu subsektor peternakan merupakan salah satu komoditi penunjang dalam meningkatkan kecerdasan bangsa dan pertumbuhan ekonomi Indonesia di masa sekarang dan mendatang.

Iklim yang sesuai dan lahan yang luas menyebabkan Indonesia berpotensi dalam bidang peternakan. Potensi tersebut dapat terus dikembangkan secara optimal apabila diimbangi pula dengan pengendalian berbagai macam kendala yang dapat mempengaruhi perkembangan populasi ternak di Indonesia. Kendala-kendala tersebut tidak hanya menyangkut faktor makanan, kondisi peternakan dan potensi genetik ternak, tetapi penyakit yang juga memegang peranan sangat penting.

Diantara penyakit parasiter yang menyerang ternak, endoparasit fasciolosis yang disebabkan oleh cacing hati *Fasciola gigantica* cukup menimbulkan masalah dalam bidang peternakan. *Fasciolosis* mengakibatkan suatu penyakit hepatitis parenkhimatosa akut dan suatu

kholangitis kronis. Setelah menyerang hati, tahap selanjutnya cacing ini dapat mengakibatkan gangguan metabolisme lemak, protein dan karbohidrat, sehingga juga mengganggu pertumbuhan, menurunkan bobot hidup, anemia dan dapat menyebabkan kematian. Ternak yang dapat terinfeksi oleh cacing hati ini antara lain sapi, kerbau, domba dan kambing (DIRKESWAN, 2001).

Fasciolosis di Indonesia, khususnya pada sapi dan kerbau, kejadiannya sangat umum dan penyebarannya pun sangat luas. Para peneliti terdahulu melaporkan bahwa kejadian *fasciolosis* berkisar antara 60-90% (SOESETYA, 1975; SOETEDJO, 1980). Direktorat Jenderal Peternakan (DIRKESWAN, 1991) melaporkan bahwa taksiran kerugian ekonomi akibat cacing hati tidak kurang dari Rp.513,6 M, yaitu berupa kematian, penurunan bobot hidup, kehilangan tenaga kerja dan organ hati ternak yang terpaksa harus dibuang, penurunan produksi susu, serta biaya pengobatan. Namun demikian usaha penanggulangan penyakit fasciolosis belum maksimal, karena jarang sekali dilakukan pencegahan oleh peternak terhadap penyakit ini.

Pemanfaatan iradiasi dalam pengendalian penyakit ternak ditujukan untuk melemahkan agen penyakit tanpa menghilangkan daya antigeniknya sehingga masih dapat menimbulkan respon kekebalan. Penelitian DARGIE *et al.* (1974) menunjukkan tingkat pengebalan 64% pada domba yang divaksin 6 kali dengan 100 metaserkaria dosis iradiasi 30 Gy, sedangkan penelitian NANSSEN (1975) pada sapi yang diinfeksi metaserkaria *F. hepatica* iradiasi 30–35 Gy menghasilkan tingkat kekebalan sebesar 70–71%. Hal ini juga terjadi pada domba di Sudan yang mendapat kekebalan 80% setelah divaksinasi dengan 400 metaserkaria *F. gigantica* yang dilemahkan dengan dosis iradiasi 30 Gy (A/GADIR, *et al.*, 1987).

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh beberapa tingkat iradiasi terhadap patogenitas metaserkaria untuk melemahkan *F. gigantica*, melalui pengamatan gambaran darah (eosinofil, PCV dan Hb) dan bobot hidup pada ternak kambing. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan dasar bagi peneliti lain dan pelaku produksi untuk mengembangkan teknologi pengendalian fasciolosis di Indonesia, dan berdampak positif pada program pemerintah dalam meningkatkan produksi protein hewani.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini menggunakan 20 ekor kambing Kacang (*Capra hircus* Linn.) jantan, umur 10-12 bulan dengan bobot hidup sekitar 15-20 kg. Satu bulan sebelum percobaan dimulai, hewan percobaan diadaptasikan dan dibebascacingkan dengan pemberian anthelmintika (fenbendazole dosis 5 mg kg⁻¹ bobot

hidup dan triclabendazole dosis 12 mg kg⁻¹ bobot hidup). Bahan infeksi berupa metaserkaria *Fasciola gigantica* diperoleh dari lapang (Surade, Sukabumi). Untuk atenuasi, metaserkaria diiradiasi menggunakan sumber ⁶⁰Co dengan laju dosis 16 krad jam⁻¹ dalam iradiator Gammacell di PAIR-BATAN dengan dosis 45, 55 dan 65 Gy. Tiap kambing diinfeksi 350 metaserkaria ekor⁻¹, sebagaimana penelitian ESTUNINGSIH *et al.* (2002) dan WIDJAJANTI *et al.* (2002) menggunakan ruminansia kecil domba yang diinfeksi ± 300 metaserkaria tiap ekor.

Kambing Kacang dibagi menjadi 5 kelompok, masing-masing terdiri dari 4 ekor. Tiga kelompok kambing diinfeksi dengan 350 metaserkaria ekor⁻¹ yang telah diiradiasi dengan dosis 45, 55, dan 65 Gy. Satu kelompok diinfeksi dengan 350 metaserkaria tanpa iradiasi digunakan sebagai kelompok kontrol positif atau K(+) dan satu kelompok lain tidak diinfeksi sebagai kelompok kontrol negatif atau K(-). Tidak diberi tantangan pada kelompok iradiasi karena penelitian ini masih mencari dosis iradiasi optimal untuk melemahkan *F. gigantica* sebagai bahan vaksin pada kambing. Selama penelitian berlangsung setiap kambing ditimbang dan diambil sampel darahnya tiap minggu selama 20 minggu. Pengambilan sampel darah dari vena jugularis dengan menggunakan venoject berheparin sebanyak 2,5 ml untuk diukur jumlah eosinofil, nilai hematokrit atau *Packed Cell Volume* (PCV) dan kadar hemoglobin (Hb). Penghitungan jumlah eosinofil dilakukan dengan menggunakan metode Hinkelman (NAKANISHI *et al.*, 1992), sedangkan nilai hematokrit ditentukan dengan menggunakan metode mikrohematokrit dan kadar hemoglobin diukur dengan Sian methemoglobin (COLES, 1986). Untuk mengetahui perbedaan nilai-nilai peubah yang diamati antar kelompok perlakuan digunakan analisis sidik ragam dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap, kemudian dilanjutkan dengan wilayah berganda Duncan (STEEL and TORRIE, 1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengamatan secara klinis tidak terlihat gejala parasitisma yang menonjol, kecuali pada kelompok kontrol positif yang diinfeksi metaserkaria *F. gigantica* tanpa iradiasi atau K(+). Sejak 13 minggu pasca infeksi, ternak percobaan dalam kelompok K(+) tampak depresif, malas, anorexia, agak pucat selaput lendirnya dibandingkan dengan kambing dari keempat kelompok lainnya. Sebagaimana dikemukakan oleh HAROUN dan HILLYER (1986) bahwa *fasciolosis* kronis dapat menyebabkan hilang nafsu makan, penurunan efisiensi penggunaan pakan, menurunnya bobot hidup dan produksi, baik susu maupun wool.

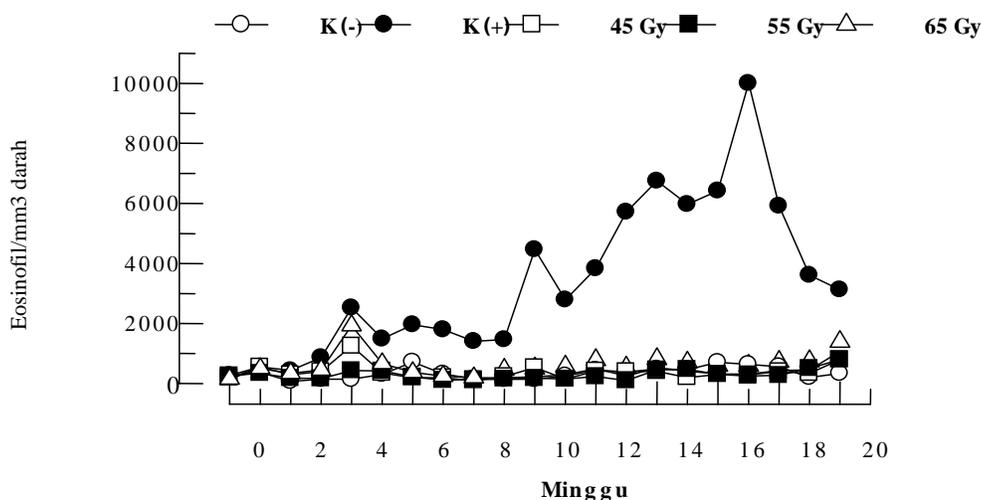
Perubahan jumlah eosinofil tiap mm³ darah akibat infeksi metaserkaria *F. gigantica* pada masing-masing kelompok ternak percobaan dapat dilihat pada Gambar 1. Jumlah eosinofil/mm³ darah ternak percobaan dari kelompok K(+) berbeda sangat nyata (P<0,01) dari keempat kelompok lain (Tabel 1), sedangkan antara kelompok iradiasi dan kelompok K(-) tidak berbeda nyata (P>0,05). Demikian pula antar ketiga kelompok iradiasi, meskipun pada kelompok 65 Gy jumlah eosinofilnya lebih tinggi dari kedua kelompok iradiasi lain, namun secara statistik tidak ada perbedaan (P>0,05). Peningkatan jumlah eosinofil darah pada minggu keempat setelah infeksi pada kelompok iradiasi dan non iradiasi menunjukkan adanya respon induk semang terhadap masuknya cacing muda pada parenkhim hati. Nilai eosinofil yang meningkat pada

minggu keempat ini didukung oleh hasil penelitian WIDJAJANTI *et al.* (2002) yang menginfeksi domba dengan *Fasciola gigantica* dan mendapatkan nilai eosinofil tertinggi pada minggu keempat. Eosinofilia biasanya berhubungan dengan infeksi oleh cacing, termasuk *fasciolosis*. Domba yang diinfeksi oleh CHAUVIN *et al.* (1995) menimbulkan eosinofilia sistemik yang dramatis dengan puncak pada minggu ke 4-5 dan 9-11 setelah infeksi. Cacing muda (marita) pada kelompok infeksi metaserkaria yang telah dilemahkan dengan iradiasi tampaknya berhasil dieliminasi oleh eosinofil setelah minggu ke-5. Hal ini diduga karena adanya mobilisasi eosinofil menuju lokasi peradangan akibat marita, sehingga jumlah eosinofil di dalam sirkulasi mengalami penurunan pada minggu ke-5.

Tabel 1. Pengaruh infeksi *F. gigantica* pada nilai eosinofil, PCV, kadar Hb dan bobot hidup kambing Kacang percobaan

Parameter	Perlakuan				
	K(-)	K(+)	45 Gy	55 Gy	65 Gy
Eosinofil mm ³ ⁻¹	345,8 ^b	3165,1 ^a	380,0 ^b	292,7 ^b	466,7 ^b
PCV (%)	27,149 ^{bc}	21,305 ^a	25,323 ^c	25,589 ^c	25,905 ^c
Hb (g dl ⁻¹)	9,394 ^{bc}	8,000 ^a	8,985 ^c	9,107 ^c	9,036 ^c
Bobot hidup (kg)	14,645 ^b	12,138 ^a	13,800 ^b	13,687 ^b	13,807 ^b

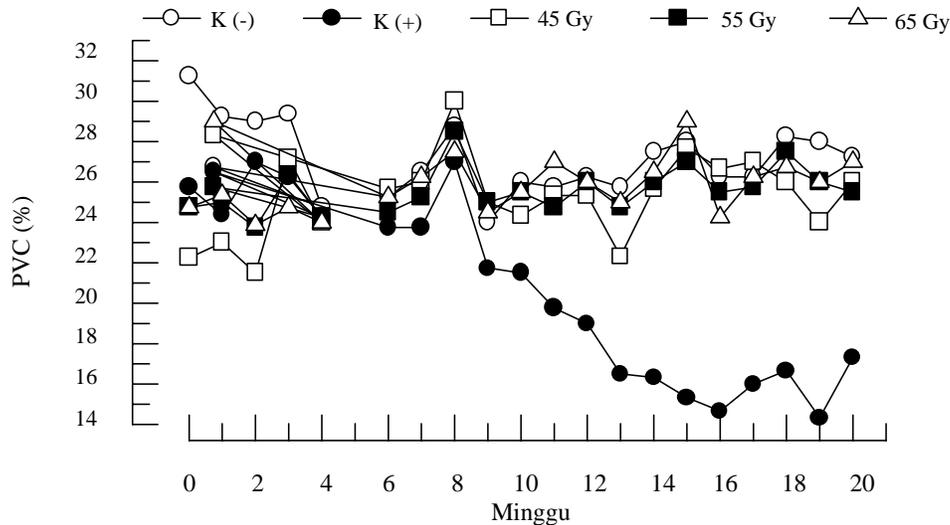
Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan pada tingkat P<0,01, sedangkan perbedaan yang dinyatakan oleh huruf c vs bc berbeda pada tingkat P<0,05. Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (P>0,05)



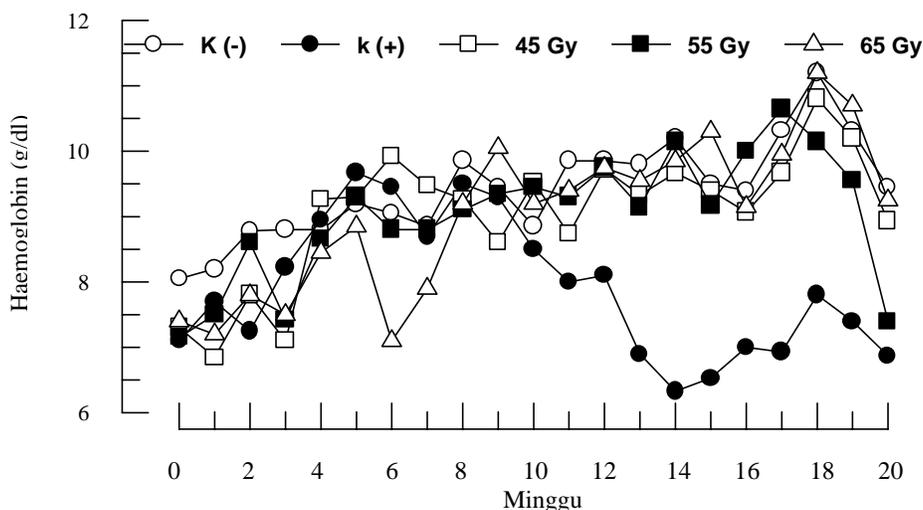
Gambar 1. Rataan jumlah eosinofil pada kambing kelompok kontrol dan iradiasi selama 20 minggu percobaan

Penelitian ESTUNIGSIH *et al.* (2002) memperlihatkan bahwa sel pertahanan yang dikoleksi dari rongga peritoneum domba yang diinfeksi *F. gigantica* yang paling dominan adalah sel makrofag dan eosinofil. Penelitian CHAUVIN dan BOULARD (1996) pada domba yang diinfeksi *F. hepatica*, memperlihatkan bahwa jaringan hati yang mengalami nekrosa bekas migrasinya marita diinfiltrasi sel-sel inflamasi khususnya makrofag, eosinofil dan subpopulasi limfosit. Selanjutnya cacing akan mati karena degranulasi eosinofil mengakibatkan vakuolisasi tegumen cacing (DAVIES dan GOOSE, 1981). Marita pada kelompok K(+) berhasil menembus jaringan hati untuk menjadi dewasa di dalam saluran empedu. Hal ini ditunjukkan dengan mulai turunnya eosinofil darah minggu ke-18, karena marita telah melewati fase jaringan untuk memasuki buluh empedu. Perubahan nilai hematokrit dari setiap kelompok ternak percobaan dapat dilihat pada Gambar 2. Nilai hematokrit kelompok K(+) berbeda sangat nyata ($P<0,01$) dari keempat kelompok lain (Tabel 1). Antara kelompok K(-) dengan ketiga kelompok iradiasi berbeda nyata ($P<0,05$), tetapi nilai hematokritnya masih berada pada kisaran normal PCV kambing (20-37%) (SMITH dan MANGKOEWDJOJO, 1988).

Kadar hemoglobin (Gambar 3) antar kelompok iradiasi (45, 55 dan 65 Gy) tidak menunjukkan perbedaan yang nyata (Tabel 1). Walaupun antara ketiga kelompok iradiasi dengan kelompok K(-) kadar Hb-nya berbeda nyata ($P<0,05$) tetapi masih dalam kisaran normal kadar Hb kambing ($8-14 \text{ g dl}^{-1}$) (SMITH dan MANGKOEWDJOJO, 1988). Sementara itu, antar kelompok K(+) dengan keempat kelompok lainnya menunjukkan perbedaan yang nyata ($P<0,05$). Marita pada kelompok iradiasi yang berhasil dieliminasi, tampaknya tidak sempat menyebabkan perdarahan yang berarti pada jaringan hati ternak percobaan. Akibatnya tidak terjadi anemia, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2 dan 3 serta nilai hematokrit dan kadar Hb masih dalam kisaran normal. Pada kelompok K(+) nilai hematokrit menurun sejak 11 minggu pasca infeksi dan kadar Hb berada di bawah normal sejak 13 minggu pasca infeksi. Hal ini menunjukkan bahwa marita pada minggu-minggu tersebut telah membesar dan dapat menyebabkan kerusakan yang berarti pada jaringan hati sebelum memasuki saluran empedu. DAWES dan HUGHES (1970) menyatakan bahwa anemia merupakan tanda fasciolosis klasik dan terjadi sebagai akibat kebiasaan cacing menghisap darah.



Gambar 2. Rataan nilai hematokrit (PCV) kambing kelompok kontrol dan iradiasi selama 20 minggu percobaan

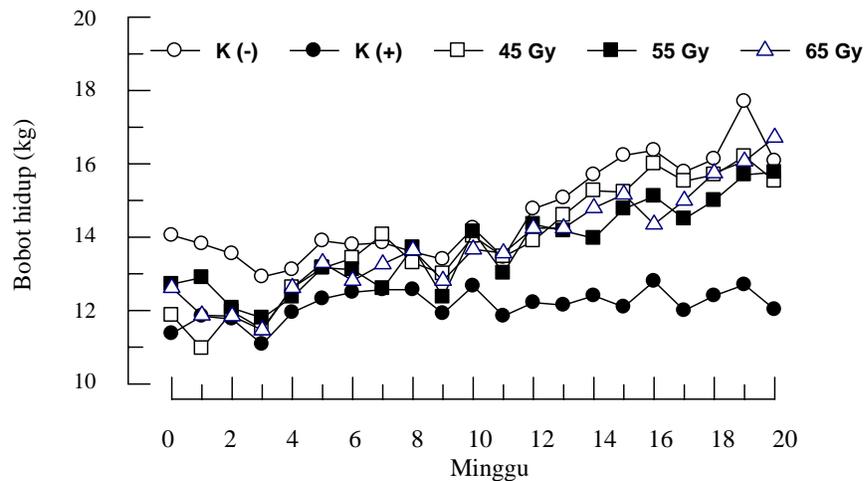


Gambar 3. Rataan kadar hemoglobin (Hb) pada kambing kelompok kontrol dan iradiasi selama 20 minggu percobaan

Tidak terdapatnya perbedaan nyata antara kelompok iradiasi dan kontrol negatif pada gambaran darah di atas menunjukkan bahwa iradiasi dapat menurunkan patogenitas cacing hati. Pengaruh langsung iradiasi apabila mengenai materi biologi akan menyebabkan kerusakan fungsi karena dapat menghambat sintesis DNA (HILMY, 2001). Iradiasi menurunkan patogenitas *F. gigantica* dengan serangkaian reaksi fisika, kimia, biokimia dan biologi yang ditimbulkannya. Semakin tinggi dosis radiasi, semakin rendah patogenitas karena energi yang diserap dan menimbulkan perubahan pada metaserkaria semakin besar. Pada penelitian ini perubahan antar dosis iradiasi tidak tampak, karena metaserkaria iradiasi dosis terendah saja (45 Gy) sudah dapat dieliminasi oleh kambing Kacang, sedangkan hasil penelitian lain dengan metaserkaria iradiasi masih dapat ditemukan cacing hati dalam buluh empedu, seperti penelitian YOUNIS *et al.* (1986) yang menginfeksi metaserkaria *F. gigantica* iradiasi 30 Gy dan 200 Gy pada sapi Zebu. Setelah 10 minggu pasca infeksi ditemukan cacing yang mengecil (*stunted*) pada buluh empedu kecil dan kerusakan hati yang ringan dibandingkan dengan ternak kontrol positif. Hasil kerjasama BATAN dan BALITVET (WIEDOSARI *et al.*, 1995) menunjukkan bahwa infeksi metaserkaria 45 Gy pada domba ekor gemuk kelompok sensitisasi masih

dapat ditemukan *F. gigantica* pada saat pemanenan cacing hati di minggu ke-28 pasca infeksi. Kelainan hasil penelitian ini mungkin juga karena pengaruh faktor spesies induk semang (ternak percobaan yang digunakan). Seperti dinyatakan oleh SPITHILL (1992) bahwa efek yang timbul pada ternak yang diberi fasciola iradiasi, selain tergantung dosis iradiasi dan jumlah metaserkaria yang diinfeksi, juga dipengaruhi oleh galur ternaknya. Dengan demikian dosis 45 Gy sampai 65 Gy masih terlalu tinggi bagi metaserkaria yang diinfeksi pada kambing Kacang.

Penurunan patogenitas *F. gigantica* akibat iradiasi juga tampak dari gambaran perubahan bobot hidup ternak percobaan (Gambar 4). Bobot hidup ternak kelompok iradiasi dan kelompok K(-) sama-sama mengalami kenaikan sampai akhir penelitian ($P > 0,05$). Sedangkan ternak percobaan dari kelompok K(+) mengalami hambatan dalam pertumbuhannya, yaitu sejak minggu ke-11 pasca infeksi sampai akhir pengamatan tidak mengalami kenaikan bobot hidup yang berarti dan berbeda pada tingkat $P < 0,01$ dengan keempat kelompok lainnya (Tabel 1). Kerusakan hati dan buluh empedu mengakibatkan gangguan metabolisme lemak, protein dan karbohidrat sehingga dapat mengganggu pertumbuhan, menurunkan bobot hidup, anemia bahkan kematian (SOULSBY, 1982).



Gambar 4. Rataan bobot hidup kambing kelompok kontrol dan iradiasi selama 20 minggu percobaan

KESIMPULAN

Iradiasi dapat menurunkan patogenitas *Fasciola gigantica*, yaitu dengan menurunkan daya infeksi cacing muda (marita) pada jaringan hati. Meningkatnya jumlah eosinofil darah kelompok iradiasi pada minggu keempat menunjukkan bahwa marita iradiasi masih mampu menembus jaringan hati. Akibat menurunnya patogenitas dan berkembangnya respon kekebalan akibat infeksi, maka marita ini dapat dieliminasi oleh ternak percobaan. Dosis iradiasi dalam penelitian pada kambing kacang ini (45 Gy sampai 65 Gy) masih terlalu tinggi untuk melemahkan *F. gigantica*. Dosis infeksi 350 metaserkaria *F. gigantica* yang tidak diradiasi pada kambing Kacang telah mampu mengganggu sistem hematopoiesis (pembentukan sel-sel darah).

DAFTAR PUSTAKA

- A/GADIR, H., E.M. HAROUN and A.A. GAMEEL. 1987. The protective effect of irradiated metacercarial of *Fasciola gigantica* against homologous challenge in sheep. *J. Helminthol.* 61: 137-142.
- CHAUVIN, A., G. BOUVET and C. BOULARD. 1995. Humoral and cellular responses to *Fasciola hepatica* experimental primary and secondary infection in sheep. *Int. J. Parasitol.* 25: 1227-1241.
- CHAUVIN, A. and C. BOULARD. 1996. Local immune response to experimental *F. Hepatica* infection in sheep. *Parasitology.* 3: 209-215.
- COLES, E.H. 1986. *Veterinary Clinical Pathology.* 4th Ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia.
- DARGIE, J.D., J. ARMOUR, B. RUSHTON and M. MURRAY. 1974. Immune mechanism and hepatic fibrosis in fascioliasis. Proc. The Sixth International Conference of the World for the Advancement of Veterinary Parasitology. SOULSBY E.J.L. (Ed.). Tierarzliche Hochschule, Vienna, Austria, September 18-20 1973. Academic Press. New York. pp. 119-122.
- DAVIES, C. and J. GOOSE. 1981. Killing of newly exysted juveniles of *F. hepatica* in sensitised rats. *Par. Immunol.* 3: 81-96.
- DAWES, B. and D.L. HUGHES. 1970. Fascioliasis: The invasive stages in mammals. *Adv. Parasitol.* 8: 259-274.
- DIRKESWAN. 1991. Data ekonomi akibat penyakit hewan 1990. Direktorat Kesehatan Hewan. Dirjennak. Deptan. Jakarta.
- DIRKESWAN. 2001. "Manual Penyakit Hewan Mamalia". Departemen Pertanian. Dirjen. Bina Produksi Peternakan. Direktorat Kesehatan Hewan. Dirjennak. Deptan. Jakarta. hal. 113-124.
- DIWYANTO, K., S. BAHRI dan E. MASBULAN. 2000. Ketersediaan dan kebutuhan teknologi peternakan dan veteriner dalam upaya meningkatkan ketahanan pangan. Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 18-19 September 2000. Puslitbang Peternakan. Bogor. hal. 51-64.
- ESTUNINGSIH, S.E., S. WIDJAJANTI, S. PARTOUTOMO, P. SPITHILL, H. RAADSMAN dan D. PIEDRAFITA. 2002. Uji *invitro* : Peran sel imunologi domba ekor tipis (DET) Indonesia dalam membunuh cacing hati *Fasciola gigantica*. Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Ciawi-Bogor, 30 September – 1 Oktober 2002. Puslitbang Peternakan. Bogor. hal. 360-362.

- HAROUN, E.M. and G.V. HILLYER. 1986. Resistance to Fasciolosis-a review. *Vet. Parasitol.* 20: 63-93.
- HILMY, N. 2001. The application of nuclear science and technology for human welfare. Proc. of the Public. Inform. Seminar Jointly Organized by IAEA and BATAN. Jakarta, Feb. 13-15 2001. National Atomic Energy Agency (NNEA) Press. Jakarta. pp. 121-140.
- NAKANISHI, H.Y., HORII and K. FUJITA. 1992. Effect of testosterone on the eosinophil response of C57BL/6 mice to infection with *Brugiapahangi*. *Immunopharmacology.* 23: 75-79.
- NANSEN, P. 1975. Resistance in cattle to *Fasciola hepatica* induced by gamma-ray attenuated larvae: Result from a controlled field trial. *Res. Vet. Sci.* 19: 278-283.
- RIADY, M. 2006. Implementasi program menuju swasembada daging 2010: "Strategi dan kendala". Disampaikan pada Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 5-6 September 2006. Bogor.
- SMITH, J.B. and S. MANGKOEWIDJOJO. 1988. "Pemeliharaan, Pemiakan dan Penggunaan Hewan Percobaan di Daerah Tropis". UI - Press. Jakarta.
- SOESEITYA, R.H.B. 1975. The prevalence of *Fasciola gigantica* infection in cattle in West Java. Indonesia. *Mal. Vet. J.* 6: 5-6.
- SOETEDJO, R. 1980. Worm parasites in Ruminants. *Ind. Agr. Res. Dev. J.* 2(3): 72-78.
- SOULSBY, E.J.L. 1982. Helminths, Arthropods and Protozoa of Domesticated Animals. 7th Ed. Bailliere Tindall. London.
- SPITHILL, T.W. 1992. Control of tissues parasites. III Trematodes. In: Animal Parasite Control Utilising Biotechnology. YONG W.K. (Ed.). CRC Press. Boca, Ann Arbor, London. pp. 200-219.
- STEEL, R.G.D. and J.H. TORRIE. 1991. Prinsip dan Prosedur Statistika: Suatu Pendekatan Biometrik. Ed. Ke-2. Gramedia, Jakarta.
- WIDJAJANTI, S., E. ESTUNINGSIH, S. PARTOUTOMO, H.W. RADSMAN, T.W. SPITHILL dan D. PIEDRAFITA. 2002. Hubungan antara jumlah infestasi cacing hati dengan nilai total eosinofil dan nilai PCV pada domba yang diinfeksi *Fasciola gigantica*. Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Ciawi-Bogor, 30 September - 1 Oktober 2002. Puslitbang Peternakan. Bogor. hlm. 363 - 369
- WIEDOSARI, E., S. WIDJAJANTI, SUHARDONO dan S. PARTOUTOMO. 1995. Daya perlindungan metaserkaria *Fasciola gigantica* yang diiradiasi dalam melawan infeksi cacing Fasciola pada ternak. Laporan Teknis Penelitian tahun 1994-1995. Balitvet. Bogor, Puslitbang Peternakan. Bogor.