

# PENGARUH TINGKAT INTENSITAS GELOMBANG ULTRASONIK TERHADAP JUMLAH SEL DARAH PUTIH (*LEUKOSIT*) DAN SEL DARAH MERAH (*ERITROSIT*) PADA MENCIT

M. Zully Amrul Hadi<sup>1</sup>, I Gusti Ngurah Sutapa<sup>1</sup>, I Gde Anta Kasmawan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali Indonesia 80361.  
Email : [sutapafis97@unud.ac.id](mailto:sutapafis97@unud.ac.id)

## Abstrak

Tingkat kepekaan dan respon pendengaran yang teramati akibat pengaruh gelombang bunyi dapat digunakan sebagai bio-indicator kebisingan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tingkat intensitas gelombang ultrasonik terhadap leukosit dan eritrosit serta mengetahui tingkat intensitas optimal yang dapat mempengaruhi kuantitas leukosit dan eritrosit mencit. Gelombang ultrasonik dengan variasi tingkat intensitas 70 dB, 75 dB, 80 dB, 85 dB, dan 90 dB dipaparkan pada mencit selama 2 jam, kemudian diamati kuantitas leukosit dan eritrosit. Rata-rata jumlah leukosit pada variasi tingkat intensitas tersebut berturut-turut adalah  $(4,13 \pm 0,50) \times 10^3$ ;  $(5,20 \pm 0,62) \times 10^3$ ;  $(5,48 \pm 0,72) \times 10^3$ ;  $(5,87 \pm 0,65) \times 10^3$  dan  $(6,04 \pm 0,32) \times 10^3$ ; sedangkan rata-rata jumlah eritrosit berturut-turut adalah  $(7,29 \pm 0,14) \times 10^6$ ;  $(7,10 \pm 0,22) \times 10^6$ ;  $(6,18 \pm 0,24) \times 10^6$ ;  $(5,96 \pm 0,52) \times 10^6$ ; dan  $(5,75 \pm 0,41) \times 10^6$ . Rata-rata jumlah leukosit meningkat sedangkan eritrosit menurun seiring dengan peningkatan tingkat intensitas gelombang ultrasonik. Tingkat intensitas gelombang ultrasonik optimal yang mempengaruhi kuantitas leukosit dan eritrosit mencit belum diketahui pada penelitian ini.

**Kata Kunci** : ultrasonik, tingkat intensitas, leukosit, eritrosit

## Abstract

*The level of sensitivity and auditory responses observed due to the influence of sound waves can be used as bio-indicators of noise. The aims of this study are to determine the effect of the intensity level of ultrasonic waves to leukocytes and erythrocytes, and to observe the optimal intensity level that can affect the quantity of leukocytes and erythrocytes of mice. Ultrasonic waves with varying levels of intensity of 70 dB, 75 dB, 80 dB, 85 dB, and 90 dB were exposed to the mice for 2 hours, then the quantity of leukocytes and erythrocytes of the mice were observed. The average number of leukocytes in those variation of the intensity level respectively are  $(4,13 \pm 0,50) \times 10^3$ ;  $(5,20 \pm 0,62) \times 10^3$ ;  $(5,48 \pm 0,72) \times 10^3$ ;  $(5,87 \pm 0,65) \times 10^3$  dan  $(6,04 \pm 0,32) \times 10^3$ ; while the average number of erythrocytes respectively are  $(7,29 \pm 0,14) \times 10^6$ ;  $(7,10 \pm 0,22) \times 10^6$ ;  $(6,18 \pm 0,24) \times 10^6$ ;  $(5,96 \pm 0,52) \times 10^6$ ; dan  $(5,75 \pm 0,41) \times 10^6$ . The average number of leukocytes increased, while erythrocytes decreased as the increasing of intensity level of ultrasonic waves. The optimal intensity level of ultrasonic waves affecting the quantity of leukocytes and erythrocytes of mice has not been known yet from this study.*

**Key Words** : ultrasonic, intensity level, leukocytes, erythrocytes

## I. PENDAHULUAN

Studi tentang respon pendengaran pada mamalia kecil dapat digunakan untuk mengamati efek kebisingan, trauma dalam sistem pendengaran mamalia. Pengamatan

terhadap perilaku hewan ketika merespon bunyi menunjukkan bahwa informasi sistem pendengaran bisa didapatkan dari sistem kegelisahan, seperti halnya pada reaksi refleks atau reaksi yang tidak disadari,

sehingga tingkat kepekaan dan respon pendengaran yang teramati akibat pengaruh gelombang bunyi dapat digunakan sebagai *bio-indicator* kebisingan. Sejauh ini belum dipelajari tentang respon pada unit sistem pendengaran tunggal untuk gelombang ultrasonik pada hewan pengerat (Dahlan, 2007).

Mencit merupakan salah satu mamalia yang memiliki tiga bagian utama pada telinga, yaitu telinga bagian luar, telinga bagian tengah dan telinga bagian dalam (kohlea). Besaran fisis pada gelombang ultrasonik yang berinteraksi terhadap tubuh mencit adalah besaran intensitas gelombang. Intensitas gelombang ultrasonik yang mengenai langsung badan mencit secara tidak langsung akan mempengaruhi jaringan tubuh mencit, misalkan jaringan darah (eritrosit dan leukosit) karena jaringan luar tubuh mencit akan berpengaruh juga terhadap jaringan tubuh bagian dalam pada mencit.

Pemaparan gelombang ultrasonik terhadap suatu medium tergantung pada kegunaannya dan penerapannya. Hasil penelitian dan eksperimen penggunaan dan penerapan pemaparan gelombang ultrasonik ini telah dilakukan oleh Dunn dan Fry pada tahun 1971 khususnya tentang kerusakan sistem saraf pusat mamalia akibat pemaparan gelombang ultrasonik. Dari eksperimen telah diketahui bahwa penggunaan gelombang ultrasonik dapat menimbulkan kombinasi efek termal, kavitasi dan efek mekanik (Sutiono, 1982). Efek mekanik pada mencit adalah efek dimana terjadi percepatan partikel-partikel di dalam tubuh mencit sebagai akibat dari energi yang dibawa oleh gelombang ultrasonik. Gelombang ultrasonik intensitas rendah mampu mempengaruhi aktivitas sel jaringan ikat (Herle *et.al.*, 2001). Pada praktiknya, gelombang

ultrasonik dibangkitkan melalui rangkaian pembangkit gelombang ultrasonik elektronik yang terdiri atas rangkaian osilator, penguat, dan transduser ultrasonik.

Penelitian ini telah dilakukan oleh Miftahul Husna yang meneliti mengenai pengaruh kebisingan terhadap leukosit mencit dengan tingkat intensitas diatas 85 dB dan hasilnya jumlah neutrofil pada leukosit meningkat. Penelitian yang lain dilakukan oleh Inayah yang melakukan hal yang sama dan hasilnya jumlah leukosit meningkat dari 5788 per mm<sup>3</sup> menjadi 6333 per mm<sup>3</sup>.

Berdasarkan latar belakang di atas telah dilakukan penelitian tentang pengaruh gelombang ultrasonik terhadap leukosit dan eritrosit pada mencit dengan menggunakan uji transduser ultrasonik dengan variasi dari taraf intensitas gelombang ultrasonik yang mempunyai frekuensi lebih besar dibandingkan dengan gelombang audiosonik, mulai dari 70 dB, 75 dB, 80 dB, 85 dB dan 90 dB.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang mekanik longitudinal dengan frekuensi di atas 20 KHz. Gelombang ultrasonik merambat membawa energi dari suatu medium ke medium lainnya, energi yang dipindahkan sebagai energi getaran dari partikel ke partikel pada medium tersebut (Giancoli, 1998).

### **1. Intensitas Bunyi**

Intensitas bunyi memiliki pengertian energi bunyi per satuan waktu (daya bunyi) yang ditransmisikan pada satu satuan luas. Intensitas  $I$  dikaitkan dengan tekanan dinyatakan dengan persamaan:

$$I = \frac{p^2}{\rho c} \quad (2.1)$$

Dengan  $p$  adalah akar tekanan akustik rata-rata kuadrat (rms) dengan satuan  $N/m^2$ ,  $\rho$  adalah masa jenis udara dengan satuan  $kg/m^3$ , dan  $c$  adalah kecepatan gelombang dengan satuan  $m/s$ . Hubungan intensitas dengan amplitudo tekanan bunyi juga dapat ditulis sebagai

$$I = 1/2 \rho v A^2 (2\pi f)^2 = 1/2 Z (A)^2 \omega^2 \quad (2.2)$$

Dimana  $\rho$  adalah massa jenis medium ( $kg/m^3$ ),  $v$  adalah kecepatan bunyi ( $m/detik$ ),  $Z$  adalah impedansi akustik,  $A$  adalah maksimum amplitudo,  $f$  adalah frekuensi, dan  $\omega$  adalah frekuensi sudut.

Hubungan antara tingkat tekanan bunyi  $L$  dengan tekanan bunyi dapat didefinisikan pada persamaan (2.3) sebagai berikut:

$$L = 20 \log \left( \frac{p}{p_0} \right) dB \quad (2.3)$$

Dengan  $L$  adalah tingkat intensitas bunyi yang memiliki satuan desibel (dB),  $p$  adalah tekanan bunyi dengan satuan  $N/m^2$ ,  $p_0$  adalah tekanan ambang dengan satuan  $N/m^2$ . Tekanan ambang biasanya mempunyai nilai  $p_0 = 2 \times 10^{-5} N/m^2$ . Dari persamaan (2.3) dapat dituliskan ke dalam bentuk lain sebagai berikut:

$$L = 10 \log \left( \frac{p^2}{p_0^2} \right) \quad (2.4)$$

atau dapat juga dituliskan dalam bentuk lain

$$L = 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right) dB \quad (2.5)$$

Dimana  $I$  adalah intensitas gelombang dengan satuan  $watt/m^2$  dan  $I_0$  adalah intensitas ambang dengan satuan  $watt/m^2$ . Persamaan (2.5) ini menyatakan tingkat intensitas bunyi bukan tingkat tekanan bunyi. Meskipun demikian,  $I$  tergantung pada suhu, medium, dan bentuk gelombang, jadi tingkat tekanan bunyi yang didefinisikan dengan persamaan (2.5) sebenarnya adalah suatu besaran yang lebih cocok (Harahap, 2011)

## 2. Leukosit dan Eritrosit

Leukosit adalah sel darah putih yang mengandung inti. Leukosit terdiri dari dua golongan utama, yaitu agranular dan granular. Leukosit agranular mempunyai sitoplasma yang tampak homogen, dan intinya berbentuk bulat atau berbentuk ginjal. Leukosit granular mengandung granula spesifik dalam sitoplasmanya dan mempunyai inti yang memperlihatkan banyak variasi dalam bentuknya.

Eritrosit memiliki bentuk cakram bikonkaf yang tidak berinti. Diameter kira-kira 7,8 mikrometer dengan ketebalan pada bagian yang paling tebal 2,5 mikrometer dan pada bagian tengah 1 mikrometer atau kurang. Komponen utama sel darah merah adalah protein hemoglobin (Hb). Fungsi utama eritrosit adalah mengangkut oksigen dari paru-paru ke jaringan. Selain mengangkut oksigen, eritrosit juga mempunyai fungsi lain yaitu mengkatalisis reaksi antara karbon dioksida dan air. Hemoglobin yang terdapat sel dalam sel juga merupakan daparasam-basa (seperti juga pada kebanyakan protein), sehingga sel darah merah bertanggungjawab untuk sebagian besar daya pendaparan seluruh darah (Guyton, 2006).

## 3. Tranduser Ultrasonik

Tranduser ultrasonik adalah sebuah alat yang mampu mengubah energi mekanik menjadi energi listrik dan juga sebaliknya yaitu mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Jenis tranduser ultrasonik untuk uji tak merusak terdiri dari empat macam yaitu kontak langsung, kontak tunda, pemancar – penerima dan bersudut. Dasar konstruksi tranduser ultrasonik ini memiliki tiga komponen utama yaitu *backing material*, *active element* dan *matching layers*.

## III. METODE PENELITIAN

Penelitian mengenai pengaruh gelombang ultrasonik terhadap leukosit dan eritrosit pada mencit (*Mus musculus L*) dilakukan mulai bulan April – Juni 2014 di beberapa tempat yaitu : Laboratorium Biofisika Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Udayana Bukit Jimbaran dan BB VET (Balai Besar Veteriner) Jalan Sesetan no. 226 Denpasar.

Populasi dalam penelitian ini adalah mencit yang memiliki kesamaan umur (3

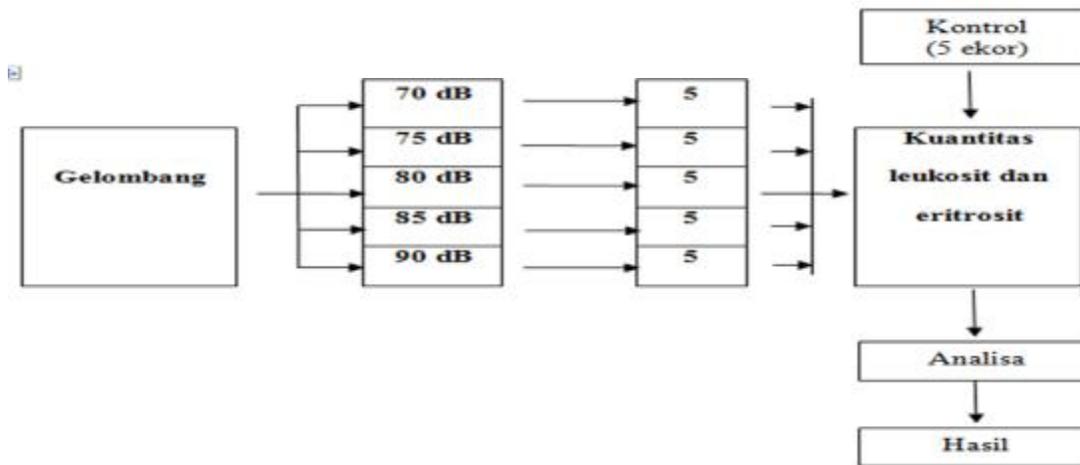
bulan), berat badan, dan jenis kelamin. Sampel dalam penelitian ini adalah mencit jantan yang berusia sekitar 3 bulan dan memiliki berat badan rata-rata 20 gram. Menurut Supranto (2000) jumlah sampel yang diambil dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$(t - 1)(r - 1) > 15 \quad (3.1)$$

Keterangan :

t = Jumlah perlakuan

r = Jumlah sampel masing-masing kelompok



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

Jumlah perlakuan dalam penelitian ini adalah 6 perlakuan dengan jumlah sampel dalam masing-masing kelompok sebanyak 5 ekor, sehingga berdasarkan persamaan (3.1) sampel yang dapat diambil adalah 20. Skema penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut:

Pengambilan data untuk kuantitas leukosit dan eritrosit mencit dilakukan sebanyak 5 kali pada taraf intensitas gelombang ultrasonik dari 70 dB, 75 dB, 80 dB, 85 dB, dan 90 dB. Selanjutnya analisis data menggunakan statistik Anova (*Analysis of Variance*).

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

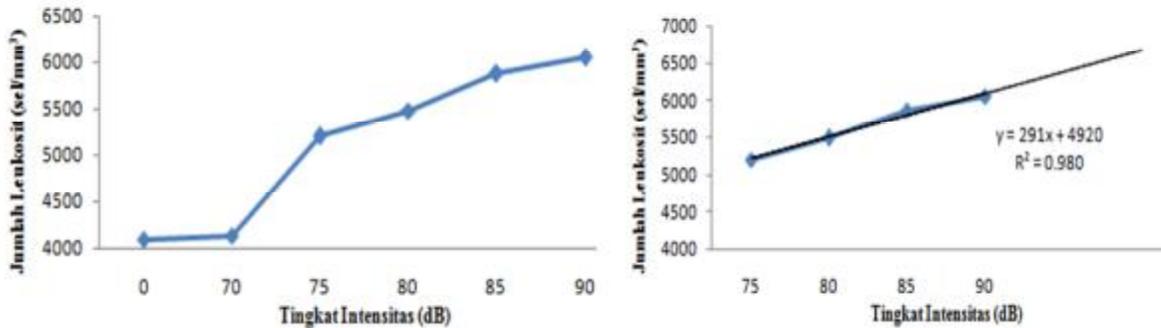
Pemaparan gelombang ultrasonik dilakukan pada frekuensi 40 kHz terhadap mencit dengan variasi intensitas 70 dB, 75 dB, 80 dB, 85 dB, dan 90 dB. Rata-rata jumlah leukosit dan eritrosit mencit dapat dilihat pada Tabel 4.1. Dari Tabel 4.1 dapat dibuat grafik efek pemberian gelombang ultrasonik terhadap konsentrasi leukosit dan eritrosit ditunjukkan pada gambar 4.1 dan 4.2. Gambar 4.1 menunjukkan rata-rata jumlah leukosit semakin meningkat ketika taraf intensitas gelombang ultrasonik yang diberikan pada mencit ditingkatkan

**Tabel 4.1.** Rata-rata jumlah leukosit dan eritrosit mencit pada berbagai perlakuan

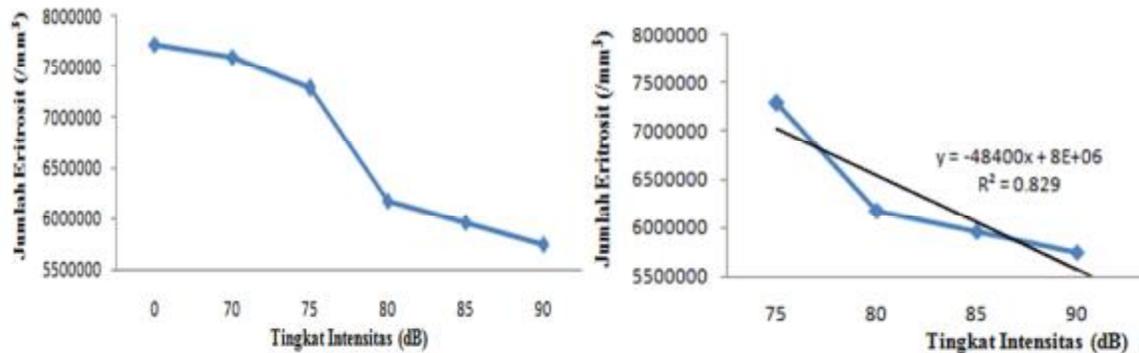
No	Perlakuan	Rata-rata jumlah	
		Leukosit (sel/mm <sup>3</sup> )	Eritrosit (sel/mm <sup>3</sup> )
1	Kontrol	(4,09±0,38) x 10 <sup>3</sup>	(7,73±0,41) x 10 <sup>6</sup>
2	70 dB	(4,13±0,50) x 10 <sup>3</sup>	(7,29±0,14) x 10 <sup>6</sup>
3	75 dB	(5,20±0,62) x 10 <sup>3</sup>	(7,10±0,22) x 10 <sup>6</sup>
4	80 dB	(5,48±0,72) x 10 <sup>3</sup>	(6,18±0,24) x 10 <sup>6</sup>
5	85 dB	(5,87±0,65) x 10 <sup>3</sup>	(5,96±0,52) x 10 <sup>6</sup>
6	90 dB	(6,04±0,32) x 10 <sup>3</sup>	(5,75±0,41) x 10 <sup>6</sup>

Peningkatan rata-rata jumlah leukosit masing-masing sebesar 40 sel/mm<sup>3</sup>, 1070 sel/mm<sup>3</sup>, 280 sel/mm<sup>3</sup>, 390 sel/mm<sup>3</sup>, dan 170 sel/mm<sup>3</sup> sehingga tingkat intensitas mengalami peningkatan dari setiap taraf intensitas dB dengan nilai regresi linier (R<sup>2</sup>) sebesar 0,980 maka tingkat intensitas gelombang ultrasonik sangat berpengaruh

terhadap rata-rata jumlah leukosit mencit sedangkan Gambar 4.2 menunjukkan rata-rata jumlah eritrosit semakin menurun ketika taraf intensitas gelombang ultrasonik yang diberikan pada mencit ditingkatkan. Penurunan rata-rata jumlah eritrosit masing-masing sebesar 436.000



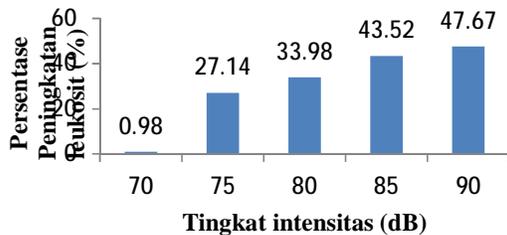
Gambar 4.1. Efek pemberian gelombang ultrasonik terhadap konsentrasi leukosit (sel/mm<sup>3</sup>)



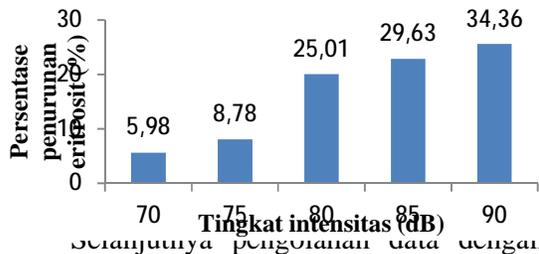
Gambar 4.1. Efek pemberian gelombang ultrasonik terhadap konsentrasi leukosit (sel/mm<sup>3</sup>)

sel/mm<sup>3</sup>, 188.000 sel/mm<sup>3</sup>, 922.000 sel/mm<sup>3</sup>, 220.000 sel/mm<sup>3</sup>, dan 210.000 sel/mm<sup>3</sup> sehingga tingkat intensitas mengalami peningkatan dari setiap taraf intensitas dengan nilai regresi linier ( $R^2$ ) sebesar 0,829 maka tingkat intensitas gelombang ultrasonik sangat berpengaruh terhadap rata-rata jumlah eritrosit menciit.

Hasil perhitungan persentase peningkatan rata-rata jumlah leukosit pada berbagai perlakuan terhadap kontrol disajikan pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3** Grafik persentase peningkatan leukosit terhadap control



menggunakan model analisis *One Way ANOVA* untuk leukosit dan eritrosit.

**a. Jumlah Leukosit**

Berdasarkan uji *ANOVA* untuk jumlah leukosit nilai  $F_{hitung}$  dengan menggunakan Kaidah pengujian signifikan sebagai berikut : Jika  $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima artinya terdapat pengaruh intensitas gelombang ultrasonik terhadap jumlah leukosit yang signifikan, dan jika  $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ , maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak artinya tidak terdapat pengaruh intensitas gelombang ultrasonik terhadap jumlah leukosit yang signifikan. Taraf signifikan  $\alpha = 0,05$ , derajat

kebebasan (df1) untuk pembilang = 5 dan derajat kebebasan (df2) untuk penyebut = 24 sehingga  $F_{tabel} = 2,62$ .

Hasil analisa menunjukkan  $F_{hitung} \geq F_{tabel}$  yaitu  $11,740 \geq 2,62$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima yang artinya terdapat pengaruh intensitas gelombang ultrasonik terhadap jumlah leukosit yang signifikan. Karena ada pengaruh yang signifikan maka dilanjutkan dengan uji Duncan untuk mengetahui perlakuan yang signifikan. Hasil uji duncan ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Berdasarkan Tabel 4.4 apabila nilai rata-rata perlakuan berada dalam kolom yang sama maka pengaruh intensitas gelombang ultrasonik pada perlakuan tersebut tidak signifikan akan tetapi jika nilai rata-rata perlakuan berada pada kolom yang berbeda maka pengaruh intensitas gelombang ultrasonik pada perlakuan signifikan.

**b. Jumlah Eritrosit**

Hasil uji *ANOVA* jumlah eritrosit dengan kaidah dan cara yang sama dengan  $F_{tabel}$  untuk data jumlah leukosit, dapat diketahui  $F_{hitung} \geq F_{tabel}$  atau  $26,963 \geq 2,62$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima artinya pengaruh intensitas gelombang ultrasonik untuk jumlah eritrosit juga signifikan. Untuk mengetahui data yang perbedaannya signifikan dilakukan uji Duncan yang ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 nilai rata-rata yang tidak signifikan antara lain perlakuan 5,4, dengan 3, perlakuan 2 dengan 1 dan perlakuan 1 dengan kontrol. Untuk nilai rata-rata yang signifikan antara lain perlakuan 5, 4, dan 3 signifikan dengan perlakuan 2, 1 dan kontrol, perlakuan 2 signifikan dengan kontrol.

Hasil penelitian mengenai pemaparan variasi tingkat intensitas gelombang ultrasonik terhadap leukosit dan eritrosit dapat memperlihatkan bahwa jumlah leukosit

mengalami peningkatan dibandingkan kontrol sedangkan jumlah eritrosit mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh terjadinya stres pada mencit. Stres yang terjadi akibat oleh interaksi energi gelombang ultrasonik dengan metabolisme tubuh (Jalali *et al.*, 2012). Persentase penyebaran data jumlah leukosit mencit berkisar dari 1,90 – 8,68 sehingga jumlah leukosit mencit terendah berada pada mencit dengan tingkat in-

intensitas 70 dB dan yang tertinggi berada pada mencit dengan tingkat intensitas 85 dB. Sedangkan persentase penyebaran data untuk jumlah eritrosit mencit berkisar dari 5,37 – 13,2 sehingga jumlah eritrosit mencit terendah berada pada perlakuan dengan intensitas 90 dB dan yang tertinggi pada perlakuan dengan intensitas 90 dB.

**Tabel 4.4** Hasil Uji Duncan jumlah leukosit

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Kontrol	5	4,09 x 10 <sup>3</sup>		
Perlakuan 1	5	4,13 x 10 <sup>3</sup>		
Perlakuan 2	5		5,20 x 10 <sup>3</sup>	
Perlakuan 3	5		5,48 x 10 <sup>3</sup>	5,48 x 10 <sup>3</sup>
Perlakuan 4	5		5,87 x 10 <sup>3</sup>	5,87 x 10 <sup>3</sup>
Perlakuan 5	5			6,04 x 10 <sup>3</sup>
Sig.		0,910	0,081	0,142

**Tabel 4.5** Hasil uji duncan jumlah eritrosit

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Perlakuan 5	5	5,75 x 10 <sup>6</sup>		
Perlakuan 4	5	5,96 x 10 <sup>6</sup>		
Perlakuan 3	5	6,18 x 10 <sup>6</sup>		
Perlakuan 2	5		7,10 x 10 <sup>6</sup>	
Perlakuan 1	5		7,29 x 10 <sup>6</sup>	7,29 x 10 <sup>6</sup>
Kontrol	5			7,73 x 10 <sup>6</sup>
Sig.		0,076	0,402	0,060

**V. KESIMPULAN DAN SARAN**

Setelah pemberian variasi tingkat intensitas gelombang ultrasonik, diperoleh rata-rata jumlah leukosit mencit mengalami peningkatan pada kisaran 40 sel/mm<sup>3</sup> sampai 1070 sel/mm<sup>3</sup> dan jumlah eritrosit mencit

mengalami penurunan pada kisaran 922.000 sel/mm<sup>3</sup> sampai 188.000 sel/mm<sup>3</sup>.

Pemeliharaan mencit diharapkan lebih diperhatikan agar mencit tidak mengalami stres sebelum dilakukan pemberian gelombang ultrasonik karena

stres dapat mempengaruhi jumlah leukosit dan eritrosit.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Dahlan, Santoso, K., Bahri, S., *Pengaruh Gelombang Bunyi Audiosonik Dan Ultrasonik Pada Aktivitas Mencit*. Jurnal Biofisika 3 (1): 19-28, Fakultas Kedokteran Hewan, IPB.

Giancoli D.C., 1998. *Fisika*, Penerjemah Yuhilsa Hanum, Jakarta: Penerbit Erlangga, hlm 407-444

Guyton, Hall, 2006, *Fisiologi Kedokteran*. edisi 11 : EGC

Harahap, 2011, Teori Gelombang dan Bunyi, [www.repository.usu.ac.id](http://www.repository.usu.ac.id)

Herle J., Salih V., Mayia F., Knowles J.C., Olsen I., 2001. *Effect of Ultrasound on The Growth and Function of Bone and*

*Periodontal Ligament Cells In Vitro*. *Ultrasound in Med. & Bol.* 27:4, pp 579-586.

Jalali, M, Ghasem, S, Ali, R, Khodabask, K, dan Sima, N. 2012. *Effect of Noise Stress on Count Progressive Sperm Motility, Body, and Genital Organ Weight of Adult Male Rats*. *Jurnal of Reproductive Science* Volume 5 Issue 1. Physiology Research Center Ahvaz Jundishapur University. Departemen Biology Payamenour University, Tehran. Iran.

Sutiono B.T., 1982. *Studi Keamanan Penggunaan Gelombang Ultrasonik dalam Kedokteran*, Bandung: Fisika Institut Teknologi Bandung, hlm 24-43.