



Pengaruh Bising Pesawat Udara terhadap Jumlah Sel NK (CD56⁺CD16⁺CD3⁺) pada Masyarakat di Sekitar Bandara Adi Sumarmo Boyolali

The influence of the Aircraft Noise Level to the Number of Natural Killer Cell (CD56⁺CD16⁺CD3⁺) among People in the Area of Adi Sumarmo Airport Boyolali

Hartono

Department of Physiology, Sebelas Maret University School of Medicine, Solo

KEYWORDS *Aircraft noise; Natural Killer Cell; Adi Sumarmo Airport*

ABSTRACT *Exposure to noise constitutes a health risk. There is sufficient scientific evidence that noise exposure can induce hearing impairment, hypertension and ischemic heart disease, annoyance, sleep disturbance, and decreased school performance. For other effects such as changes in the immune system and birth defects, the evidence is limited. The aims of this study was to find out the effect of the aircraft noise level to the number of Natural Killer Cell (CD56⁺CD16⁺CD3⁺) among people in the area of Adi Sumarmo Airport Boyolali. The research finding was expected to contribute to the science development and to give benefits for local government and among people in the Area of Adi Sumarmo Airport in preventing the effect of noise. The research design was an analytical survey with a cross sectional approach, taking location at the Dibal and Gagak Sipat Village, Ngemplak Sub district, Boyolali District. The work was conducted from Juny to October 2008. The number of subjects involved were 57. They were divided into 3 groups; Group 1 was exposed 52.17 dB of noise level (19 respondents); Group 2 was exposed 71.79 dB of noise level (19 respondents); and Group 3 was exposed 92.29 dB of noise level (19 respondents). The samples were taken using simple random sampling. The data were analyzed by Anova followed by Post Hoc Test using LSD test completed with Homogenous Subsets. Based on the results of the analysis, a conclusion was drawn that there was a significant effect of the aircraft noise level to the number of Natural Killer Cell (CD56⁺CD16⁺CD3⁺) among people in the area of Adi Sumarmo Airport Boyolali.*

Di negara-negara industri, bising merupakan masalah utama kesehatan kerja. Menurut WHO, diperkirakan hampir 14% dari total tenaga kerja negara industri terpapar bising melebihi 90 dB di tempat kerjanya. Lebih dari 20 juta orang di Amerika terpapar bising dengan intensitas melebihi 85 dB (Roestam, 2004). Penelitian yang dilakukan oleh Haines *et al* (2001) di sekitar Bandara Heathrow London menunjukkan bahwa anak-anak di sekitar bandara merasakan sangat terganggu akibat bising pesawat udara dan mereka merespon

bising tersebut sebagai stresor, dan ini berdampak pada kognitif dan kondisi kesehatan mereka.

Penelitian Epidemiologi yang melibatkan 2.500 tenaga kerja di Israel menunjukkan bahwa tenaga kerja yang bekerja di

Correspondence:

dr. Hartono, M.Si, Departement of Physiology, Sebelas Maret University School of Medicine, Solo, Jalan Ir. Sutami 36 A, Surakarta 57126, Telephone and Fascmile : (0271) 664178. HP 08122627647. e-mail : hartonofkuns@uahoo.co.uk

tempat bising dengan intensitas >75 dB, frekuensi tidak masuk kerja karena sakit dan kejadian kecelakaan kerja pada mereka lebih tinggi di banding kontrol (Melamed *et al*, 1992). Sejalan dengan penelitian tersebut Hartono (2005) juga melaporkan adanya peningkatan kejadian Sindroma dispepsia pada tenaga kerja yang bekerja di perusahaan tekstil PT. Kusuma Hadi Santosa Karang Anyar.

Di sekitar Bandara Adi Sumarmo Boyolali dengan jarak < 500 dari landasan pacu Intensitas Kebisingan pada aktivitas puncak berkisar 74,42 - 95,67 dB skala *Weighted Equivalent Continuous Perceived Noise Level* (WECPNL). Dilaporkan bahwa 58,1% penduduk di daerah tersebut mengalami gangguan pendengaran syaraf dan 65% mengalami gangguan tidur (Sindhusakti, 2000). Di daerah yang sama, Hartono (2006) melaporkan adanya perbedaan jumlah limfosit pada masyarakat yang terpapar bising pesawat udara intensitas tinggi (rumah berjarak < 500 m dari landasan pesawat udara) dibanding kelompok terpapar bising pesawat udara intensitas rendah (rumah berjarak > 1000 m dari landasan pesawat udara).

Berdasarkan Surat Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara No. SKEP/109/VI tahun 2000 disebutkan bahwa tanah dan ruang udara pada kawasan di sekitar Bandara dengan Taraf Intensitas > 75 dB skala WECPNL tidak diperkenankan dimanfaatkan untuk kegiatan rumah tinggal/ pemukiman, sekolah dan Rumah Sakit.

Sudah banyak bukti-bukti yang menunjukkan adanya pengaruh bising terhadap penyakit jantung iskemik, hipertensi, gangguan pendengaran, gangguan tidur pada manusia, gangguan pada lambung serta duodenum (Hartono & Mutmainah, 2007^a). Sementara penelitian tentang hubungan antara bising dengan sistem imun khususnya pada manusia jumlahnya masih sangat terbatas (Passchier & Passchier, 2000).

Salah satu dampak dari bising adalah stres. Stres menimbulkan reaksi yang berbeda di sepanjang axis hipotalamus-

hipofise-adrenal diantaranya peningkatan adenokortikotropin (ACTH) dan peningkatan kortikosteroid (Ronald, 2003). Banyak penelitian telah dilakukan oleh pakar untuk mengetahui bagaimana kaitan stres dengan sistem kekebalan tubuh, sehingga muncul bidang baru yang disebut *psychoneuroimmunology*. Dalam kaitan ini para ilmuwan ingin melihat bagaimana faktor psikologis itu dapat mempengaruhi sistem kekebalan tubuh (Putra, 2005). Pada perspektif psikoneuroimunologi, sistem imun sangat dipengaruhi oleh kinerja sistem hormon dari poros (*axis*) *Hypothalamic-Pituitary-Adrenal* (HPA) dan poros (*axis*) *Sympathetic-Adrenal Medullary* (SAM) (Padget and Glaser, 2003).

Data dari beberapa penelitian yang menggunakan model hewan membuktikan bahwa stres menghambat pergerakan dari neutrofil, makrofag, *Natural Killer* (NK) sel, dan limfosit T maupun limfosit B. Pada hewan coba, stres juga terbukti menekan produksi sitokin proinflamasi dan kemokin, sehingga berakibat pada respon imun adaptif dan merusak fungsi makrofag, limfosit dan Sel NK (Dobbin *et al*, 1991; Padget & Glaser, 2003; Hartono, 2006^a).

Sel NK adalah komponen penting dari sistem imun alami, terkait dengan produksi sitokin dan kemampuannya untuk melisis sel target. Jumlah sel NK 15 % dari jumlah limfosit (Cooper *et al*, 2001). Sejak Sel NK diketahui keberadaannya tanpa memerlukan stimulus dari *host* dan tidak diperlukan pada periode aktivasi yang lama, maka ada hipotesis bahwa Sel NK memang dipersiapkan sebagai mekanisme pertahanan garis pertama terhadap perkembangan sel tumor dan sel virus (Megan, *et al*, 2001b). Sel NK juga salah satu subset leukosit yang respon terhadap stres fisiologis maupun stres psikologis (Suzui, 2004).

Sebagian limfosit tidak mempunyai antigen permukaan seperti yang dimiliki oleh limfosit T maupun limfosit B, karena itu dahulu populasi sel ini disebut sel *null*, walaupun ternyata bahwa sel itu mempunyai reseptor untuk komponen C3 dan reseptor untuk Fc. Sel-sel ini bersifat non-

fagositik, non-adheren dan secara fenotif berbeda dengan sel T maupun sel B, yaitu tidak memiliki CD3/TCR maupun sIg. Untuk membedakannya dengan sel T maupun sel B, sel ini memiliki penanda permukaan CD16 (yang merupakan reseptor untuk Fc) dan CD56. Ciri permukaan CD16⁺ dan atau CD56⁺ tanpa CD3 (CD56⁺CD16⁺CD3⁻) saat ini digunakan untuk memastikan bahwa sel itu adalah sel NK. (Cooper *et al*, 2001; Kresno, 2001).

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh kebisingan pesawat udara terhadap jumlah sel NK (CD56⁺CD16⁺CD3⁻) pada masyarakat di sekitar Bandara Adi Sumarmo Boyolali.

BAHAN DAN CARA KERJA

Bahan dan alat

Bahan yang digunakan antara lain adalah tabung venoject heparin, tabung micro ukuran 0,5 ml, Tabung micro ukuran 1,5 ml, micropipet 1 set dan disposable glove 2 box. Untuk pemisahan *peripheral blood mononuclear cells* (PBMC) digunakan *Ficoll Histopaque 4* botol @ 100 ml. Untuk pengecatan digunakan *Fluorescein isothiocyanate (FITC)-labelled anti CD16, Phycoerythrin (PE)-labelled anti CD56 monoclonal antibody* dan *perpridin-chlorophyll (PerPC)-labelled anti-CD3*. Alat yang digunakan untuk mengukur tingkat kebisingan adalah *Sound Level Meter (SLM)* merk Extech Model 407735 buatan Jepang, dan untuk menghitung jumlah sel NK digunakan *Flow-cytometerFACS* (Becton-Dickinson, USA).

Rancangan penelitian

Merupakan penelitian Observasional Analitik dengan rancangan *Cross Sectional*. Dilakukan pada masyarakat di sekitar landasan pacu Bandara Adi Sumarmo Boyolali tepatnya Desa Dibal dan Desa Gagak Sipat Kecamatan Ngemplak Kabupaten Boyolali. Populasi penelitian adalah penduduk di Desa Dibal dan Desa Gagak Sipat Kecamatan Ngemplak

Kabupaten Boyolali yang memenuhi kriteria sebagai berikut:

Inklusi :

Perempuan, menikah, pekerjaan sebagai ibu rumah tangga, berumur antara 20-40 tahun. Tinggal di tempat tersebut minimal 1 tahun.

Eksklusi :

Mengonsumsi obat-obatan atau jamu, dalam kondisi hamil, menderita sakit telinga/tuli, menderita sakit infeksi (demam, flu, diare) dan menderita Diabetes Melitus.

Berdasarkan jarak tempat tinggal dengan landasan responden dibagi menjadi 3 kelompok dengan ketentuan sebagai berikut :

Kelompok 1: Responden yang bertempat tinggal jauh (> 1000 m) dari landasan bandara dengan intensitas kebisingan 52,17 dB skala WECPNL (kelompok kontrol).

Kelompok 2: Responden yang bertempat tinggal berjarak 500-1000 m dari ujung landasan bandara dengan intensitas kebisingan 71,79 dB skala WECPNL (kelompok paparan I)

Kelompok 3: Responden yang bertempat tinggal berjarak < 500 m dari ujung landasan bandara dengan intensitas kebisingan 92,29 dB skala WECPNL (kelompok paparan II)

(Hartono *et al*, 2007^b).

Teknik pengambilan sampel yang dipakai adalah *Simple random sampling*. Subjek yang memenuhi kriteria dipilih sejumlah n sampel secara random. Jumlah sampel dihitung berdasarkan rumus dari Snedecor & Cochran, atau menggunakan program Win Episcopo 2.0 (Gobeirno, 1998) dengan *estimate difference between means* ($\alpha = 0.05$).

$$n = \left[\frac{(Z_{(a)} + Z_{(b)}) \cdot S_D}{m_1 - m_2} \cdot 2 \right]$$

- $Z_{(a)}$: Nilai dari *student's- t* pada tingkat kepercayaan yang diharapkan
 $Z_{(b)}$: Nilai dari *student's- t* (2-tailed) pada tingkat signifikan yang diharapkan
 S_D : Standar Deviasi (yang diharapkan)
 m_1 : Nilai rata-rata yang diharapkan dari nilai parameter kelompok kontrol
 m_2 : Nilai rata-rata yang diharapkan dari nilai parameter kelompok perlakuan

Apabila tingkat kepercayaan yang diharapkan 95%, tingkat signifikan yang diharapkan 95%, dan berdasarkan hasil penelitian sebelumnya di daerah tersebut (Hartono, 2006^b) terhadap jumlah limfosit dimana didapatkan $S_D = 950$; $m_1 = 3,6 \times 10^3 / \mu\text{l}$; $m_2 = 2,5 \times 10^3 / \mu\text{l}$, maka diperoleh jumlah sampel perkelompok = 19. Total sampel = 57.

Cara kerja

Pengukuran Kebisingan

Pengukuran kebisingan dilakukan dua cara yaitu, pengukuran kebisingan dilakukan pada saat pesawat melintas dan kebisingan *back ground* lingkungan sekitar tanpa dipengaruhi oleh kebisingan pesawat. Pengukuran dengan menggunakan alat *Sound Level Meter* (SLM) merk Extech Model 407735 buatan Jepang.

Tiap area dilakukan pengukuran pada tiga titik dengan portable SLM dan besaran fisis akustik terukur dB dalam pembebanan A. SLM diletakan dengan filter yang sejajar dengan telinga. SLM diatur pada fungsi maksimum *value* untuk mengukur tingkat bising maksimum pada waktu-waktu pesawat melintas sehingga dapat menutup tingkat bising latar. Cara pencatatan besaran fisis akustik ialah dengan mencatat tingkat kebisingan maksimum (*peak level*) yang terjadi di daerah bersangkutan saat pesawat melintas untuk *take-off* dan *landing* dan jam-jam terjadinya itu dicatat. Prosedur rating tingkat bising yang digunakan adalah WECPNL. Per-samaannya sebagai berikut:

$$\text{WECPNL} = \text{dB(A)} + 10 \text{ Log } N-27$$

- $N = N_1 + 3N_2 + 10N_3$
 dB(A) : nilai desibel rata-rata dari setiap puncak kesibukan pesawat dalam satu hari
 N : jumlah kedatangan dan keberangkatan pesawat dalam 24 jam
 N_1 : jumlah kedatangan dan keberangkatan pesawat dari jam 07.00-19.00
 N_2 : jumlah kedatangan dan keberangkatan pesawat dari jam 19.00-22.00
 N_3 : jumlah kedatangan dan keberangkatan pesawat dari jam 22.00-07.00

(Kusmiati *et al*, 2006; Poetra *et al*, 2007, Hartono *et al*, 2007^b).

Dari besaran dB (A) terukur di-konversikan menjadi WECPNL sesuai dengan jumlah pesawat yang melintas selama 24 jam. Perhitungan WECPNL diambil dari rata-rata dB (A) maksimum dalam sehari dan jumlah pesawat melintas dalam jam-jam tertentu dimasukkan ke dalam N. Untuk pengukuran kebisingan latar, cara pencatatan nilai besaran fisis didapat dari dalam satu jam selama 10 menit dan pembacaan setiap 5 detik diambil data lalu dirata-rata. Pengukuran ini dilakukan selama bandara beroperasi yaitu dari pukul 06.00 sampai dengan pukul 19.00 (Kusmiati *et al*, 2006; Poetra *et al*, 2007; Hartono *et al*, 2007^b).

Subjek

Sebelum dilakukan penetapan sampel, dilakukan pendataan tentang karakteristik responden (umur, jenis kelamin, jenis pekerjaan, dsb.) dengan mengedarkan kuesioner maupun data yang terkait dengan kriteria subyek. Responden yang memenuhi kriteria diambil 19 tiap kelompok secara *simple random sampling*.

Ekspresi CD56⁺CD16⁺CD3⁻

Sebanyak 10 ml darah segar (*whole blood*) diambil dari vena mediana cubiti tiap subjek penelitian dengan menggunakan venoject berheparin (Terumo) dan disimpan dalam boks pendingin sampai dibawa ke laboratorium. Sel Mononuklear/*peripheral blood mononuclear cells* (PBMC) sebanyak 1×10^6 dipisahkan dengan *Ficoll-Hypaque density-gradient centrifugate* (30 menit, 20°C).

Sampel diwarnai dengan *Fluorescein isothiocyanate (FITC)-labelled anti CD16, Phycoerythrin (PE)-labelled anti CD56 monoclonal antibody* dan *perpridinin-chlorophyll (PerPC)-labelled anti-CD3* selama 15 menit pada suhu 4°C, dicuci 2 kali dengan PBS dan disimpan di tempat gelap pada suhu 4°C. Selanjutnya sel yang sudah diwarnai dan diberi label dilewatkan pada *three colour flow-cytometer*. Jumlah sel NK

pada PBMC akan ditunjukkan dalam persentase dari CD16+CD56+CD3- (Nagao *et al*, 2000; Morikawa *et al*, 2005).

HASIL

Data Taraf Intensitas Bising dinyatakan berdasarkan skala WECPNL dan Ekspresi CD16+CD56+CD3- masing-masing kelompok tersaji pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil Pengukuran Taraf Intensitas berdasarkan skala WECPNL dan Ekspresi CD16+CD56+CD3- masing-masing kelompok

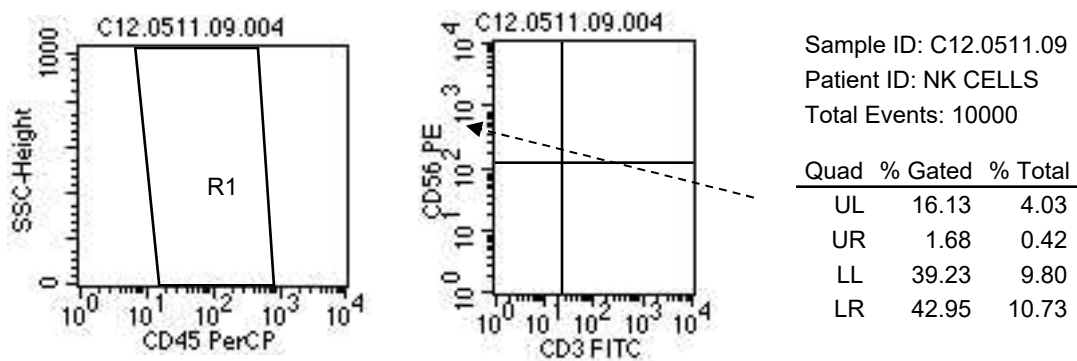
No.	Kelompok I	Kelompok II	Kelompok III
1. Bising latar (dBA)	42,73	52,51	53,39
2. Taraf Intensitas (dB)	52,17	71,49	92,29
3. CD16+CD56+CD3- (dalam %)	15,68 ± 6,99 ^a	17,37 ± 5,11 ^a	20,10 ± 6,52 ^b

Keterangan: huruf yang sama pada satu baris menunjukkan tidak beda nyata pada uji *Anova* dilanjutkan dengan *Post Hoc Test* dengan $\alpha = 0,05$.

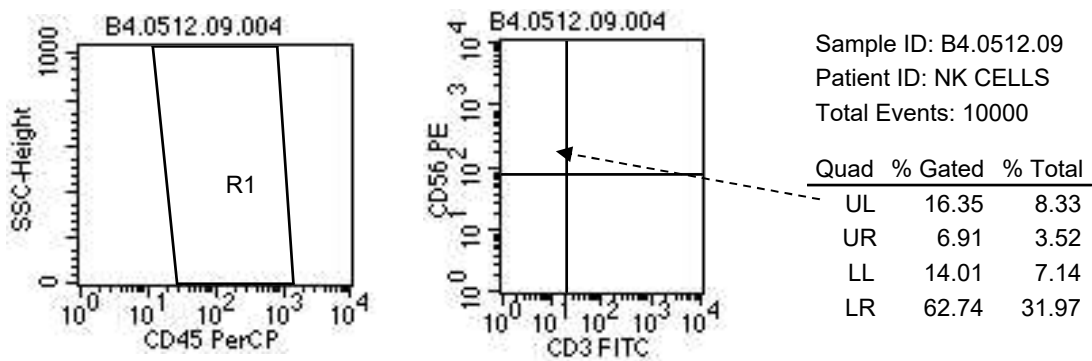
Tabel 1 di atas menunjukkan bahwa untuk daerah dengan jarak 0-500 m dari landasan bandara Taraf Intensitas sebesar 92,29 dB (WECPNL). Untuk daerah yang berjarak antara 500-1000 m Taraf Intensitas sebesar 71,49 dB (WECPNL) dan untuk daerah yang berjarak > 1000 m Taraf Intensitas sebesar 52,17 dB (WECPNL).

Ekspresi CD16+CD56+CD3- responden pada kelompok I rata-rata 15,68%, pada kelompok II rata-rata 17,37% dan pada kelompok III rata-rata ekspresi CD16+CD56+CD3- 20,10%. Hasil penghitungan ekspresi CD16+CD56+CD3- menunjukkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata

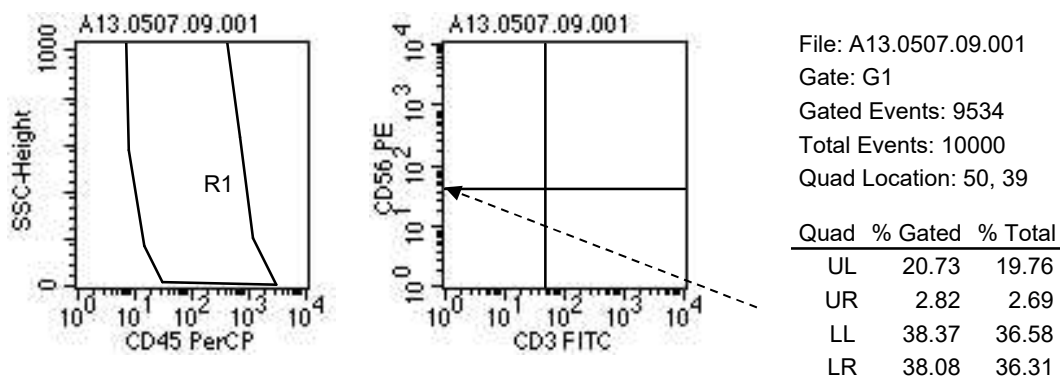
ekspresi CD16+CD56+CD3- yang signifikan antar ketiga kelompok yang ditunjukkan dari nilai $p = <0,05$ ($\alpha = 0,05$). Setelah dilanjutkan dengan *Pos Hoc Test* terdapat perbedaan rata-rata ekspresi CD16+CD56+CD3- yang signifikan antara kelompok 1 dan kelompok 3 serta antara kelompok 2 dan kelompok 3, yang ditunjukkan dari nilai $p < 0,05$. Antara kelompok 1 dan kelompok 2 secara statistik tidak terdapat perbedaan yang signifikan ($p>0,05$). Untuk lebih jelasnya ekspresi masing-masing kelompok bisa dilihat pada Gambar 1, 2 dan 3.



Gambar 1. Ekspresi CD16+CD56+CD3- pada kelompok I (kontrol)



Gambar 2. Ekspresi CD16⁺CD56⁺CD3⁻ pada kelompok II



Gambar 3. Ekspresi CD16⁺CD56⁺CD3⁻ pada kelompok III.

Tanda panah menunjukkan ekspresi CD56⁺CD16⁺CD3⁻ (dinyatakan dalam %) untuk masing-masing kelompok, yang diukur menggunakan *Flowcytometric analysis*.

PEMBAHASAN

Pengaruh bising terhadap kesehatan tergantung pada: intensitas, frekuensi, lama paparan, jenis bising dan sensitivitas individu (Karvonen & Mikheev, 1986; Passchier & Passchier, 2000). Bising hilang timbul lebih mengganggu dibanding bising kontinyu. Diantara bising hilang timbul (*traffic noise*) bising pesawat udara lebih mengganggu dibanding bising lalu lintas dan bising kereta api. Bising kereta api memberi pengaruh paling lemah. Lama paparan diperkirakan memberi dampak yang signifikan apabila periode paparan lebih dari 1 tahun. Dilaporkan pula bahwa pada beberapa kasus wanita lebih sensitif dibanding pria dalam merespon bising (Melamed *et al*, 1992; Passchier & Passchier, 2000)

Hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa respons imun pada stres akibat stresor bising pesawat udara (jenis intermiten atau hilang timbul) dengan taraf

intensitas 92,29 dB skala WECPNL dengan lama paparan lebih dari 1 tahun pada masyarakat di sekitar bandara, menyebabkan peningkatan ekspresi CD16⁺CD56⁺CD3⁻ dibanding kelompok kontrol dengan stresor bising taraf intensitas 52,17 dB skala WECPNL. Bila dibandingkan dengan kelompok yang terpapar bising dengan taraf intensitas 71,49 dB juga dapat teramati peningkatan ekspresi CD16⁺CD56⁺CD3⁻, tetapi secara statistik peningkatan tersebut tidak bermakna.

Hasil ini sejalan dengan Dhanalakshmi *et al* (2006) yang melaporkan bahwa *cold stress* pada tikus putih (*rats*) berakibat pada peningkatan kadar cortisol plasma dan peningkatan ini akan berpengaruh pada sistem imun. Kondisi ini juga dilaporkan oleh Srikumar *et al* (2006). Pada tikus putih yang terpapar bising Intensitas 100 dB 4 jam/hari selama 15 hari menunjukkan peningkatan IL-4 dan penurunan IL-2, IFN- γ , CD4⁺ dan CD8⁺. Disamping itu Cheng Zheng & Ariizumi (2007) melapor-

kan bahwa pada mencit BALB/c yang terpapar bising Intensitas 90 dB 5 jam/hari selama 3 hari terjadi peningkatan kadar cortisol plasma, peningkatan serum IgM, dan peningkatan ekspresi CD4⁺ dan CD8⁺ pada jaringan limpa maupun timus. Morikawa *et al* (2004) melakukan penelitian stres pekerjaan terhadap 61 perawat yang bekerja di Rumah Sakit Jiwa di Ishikawa Jepang. Hasilnya menunjukkan bahwa pada *quantitative work load group*, stres pekerjaan akan menurunkan aktivitas sel NK sementara jumlah sel NK tidak mengalami perubahan tetapi pada *medium work load group*, stres pekerjaan akan meningkatkan jumlah sel NK responden.

Hasil yang agak berbeda dilaporkan oleh Suzui, yang melakukan penelitian terhadap 15 mahasiswa di Jepang. Dilaporkan bahwa dengan latihan olah raga intensif selama 10 hari; (i) selama latihan terjadi peningkatan aktivitas sel NK, (ii) sesudah latihan terjadi penurunan aktivitas sel NK yang berlangsung dalam beberapa jam, sedangkan jumlah sel NK tidak mengalami perubahan (Suzui, 2004).

Kondisi tersebut di atas dapat dijelaskan berdasarkan konsep Selye, perihal *general adaptation syndrome* (GAS). Selye melaporkan dampak stres terhadap sistem imun, termasuk ekspresi CD16⁺CD56⁺CD3⁻ dibagi menjadi 3 tahap yaitu *alarm stage*, *adaptation stage* dan *exhaustion stage* (Putra, 2005).

Diketahui bahwa bising yang berulang kali dan terusmenerus akan menyebabkan terjadinya stres. Stres (psikologis ataupun fisiologis) dapat merangsang hipotalamus, dan hipotalamus yang teraktivasi dapat meningkatkan aktivitas eferen vagus dan merangsang hipofisis anterior (Ganong, 2003; Guyton & Hall, 2006). Bila stresor diberikan setiap hari dengan intensitas dan frekuensi tertentu, dalam kurun waktu tertentu, maka akan timbul kondisi stres baik *alarm*, *adaptation*, maupun *exhaustion stage* (Putra, 2005). Pada *alarm stage* paparan bising akan direspon sebagai stressor dan akan ditangkap oleh sel PVN (*Paraventricular nucleus*) dan sel di *locus cereleus noradrenergic center* di hipotalamus.

Kedua sel tersebut mengalami aktivasi atau stres tahap 1 sehingga mensekresi CRF (*Corticotropin Releasing Factor*). Molekul tersebut mengirim sinyal ke sel di pituitari sehingga mensekresi ACTH (*Adenocorticotropic Hormone*). Sel pituitari mengalami stres tahap 1 atau aktivasi. Kemudian ACTH ditangkap oleh sel di korteks kelenjar adrenal mengeluarkan glukokortikoid dan sel di medula kelenjar adrenal mengeluarkan Epinephrin (EPI)-Nor epinephrin (NE). Kedua sel di korteks dan medula kelenjar adrenal ini mengalami stres tahap 1 atau tahap aktivasi. Karena semua sub populasi leukosit termasuk sel NK mempunyai reseptor untuk kortisol (Reseptor glukokortikoid), maka kortisol dapat memodulasi sel NK (Padgett & Glaser, 2003).

Reseptor adrenergik mengikat kortisol dan mengaktifkan respon cAMP untuk mengikat protein, menghasilkan transkripsi gen yang menjadi beberapa jenis sitokin. Perubahan terhadap ekspresi gen yang diperantarai oleh glukokortikoid hormon dan katekolamin dapat memodulasi fungsi imun (Padgett & Glaser, 2003). Dalam kondisi normal sel imunokompeten dalam keadaan homeostatis. Pada *alarm stage* stresor akan direspon dengan peningkatan kadar kortisol yang tajam (4 sampai 5 kali angka normal) yang diikuti dengan peningkatan ekspresi CD16⁺CD56⁺CD3⁻. Apabila stresor ditingkatkan maka akan terjadi *adaptation stage* yang ditunjukkan dengan kadar kortisol yang masih tinggi dan peningkatan ekspresi CD16⁺CD56⁺CD3⁻ dalam waktu relatif lama. Selanjutnya apabila intensitas dan frekuensi stresor ditingkatkan dan *adaptation stage* terlewati maka akan terjadi *exhaustion stage* atau penurunan fungsi imun yang ditunjukkan dengan mulai terjadi penurunan kadar kortisol. Pada tahapan ini penurunan kadar kortisol akan mencapai angka sedikit di atas angka normal. Kadar kortisol sedikit di atas normal dalam kurun waktu lama (lebih dari 1 tahun) akan menyebabkan penurunan fungsi imun yang salah satunya ditunjukkan dengan penurunan ekspresi

CD16⁺CD56⁺CD3⁻ (Padgett & Glaser, 2003; Putra, 2005).

Pada kelompok II, dimana responden mendapat paparan bising dengan taraf intensitas rata-rata 71,49 dB selama lebih dari 1 tahun, terjadi peningkatan ekspresi CD16⁺CD56⁺CD3⁻, tetapi secara statistik peningkatan tersebut tidak bermakna. Keadaan ini menunjukkan bahwa responden pada kelompok II kemungkinan masih berada pada awal *alarm stage*. Pada kelompok III, dimana responden mendapat paparan bising dengan Taraf Intensitas 92,29 dB skala WECPNL selama lebih dari 1 tahun, kemungkinan sudah berada dalam kondisi *alarm stage* atau bahkan mendekati *adaptation stage*. Hal ini ditunjukkan dengan peningkatan ekspresi CD16⁺CD56⁺CD3⁻ secara signifikan.

SIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa bising pesawat udara dengan Taraf Intensitas 92,29 dB skala WECPNL, dengan lama paparan lebih dari 1 tahun dapat menyebabkan kondisi stress *Alarm stage* pada masyarakat di sekitar Bandara Adi Sumarmo Boyolali yang ditunjukkan dengan peningkatan jumlah sel NK atau ekspresi CD16⁺CD56⁺CD3⁻. Taraf Intensitas 71,49 dB dan lama paparan lebih dari 1 tahun, belum menimbulkan peningkatan ekspresi CD16⁺CD56⁺CD3⁻ secara signifikan.

Diperlukan upaya-upaya preventif terhadap dampak bising pesawat udara pada masyarakat sekitar Bandara Adi Sumarmo, agar dampak tidak semakin merugikan. Salah satu upaya perlu dipikirkan langkah pemindahan masyarakat ke lokasi yang lebih aman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Prof. dr. Marsetyawan HNES, MSc. PhD dari bagian Histologi Fakultas Kedokteran UGM, Prof. Dr. dr. KRT. Adi Heru Husodo, MSc,

D.comm.Nutr., DLSHTM., PKK dari bagian Ilmu Kesehatan Masyarakat UGM dan Drs.Suharyana, MSc PhD dari Fakultas MIPA UNS atas kesempatan, bimbingan dan arahan selama penelitian berlangsung.

KEPUSTAKAAN

- Arifiani N 2004. Pengaruh kebisingan terhadap kesehatan tenaga kerja. *Cermin Dunia Kedokteran*. No.144 : 24-28
- Cheng Zheng K, Ariizumi M 2007. Modulation of immune functions and oxidative status induced by noise stress. *J Occup Health* ; 49 ; 32-38.
- Cohen S, Kessler RC, Gordon LU 1995. *Measuring Stress*, New York: Oxford University Press, pp : 181-182.
- Cooper MA, Fehniger TA, Caligiuri MA 2001. The biology of human natural killer-cell subsets. *Trends Immunol*; 22(11):633-40.
- Dhanalakshmi S, Srikumar R, Manikandan S, Parthasarathy NJ, Devi RS 2006. Antioxidant property of Triphala on cold stress induced oxidative stress in experimental Rats. *J Health Science*; 52(6) ; 843-847.
- Dobbin JP, Harth M, McCain GA et al. 1991. Cytokine production and lymphocyte transformation during stress. *Brain Behav Immun*; 5: 339-348.
- Ganong WF 2003. *Review of Medical Physiology*. 22th Ed. New York: Lange Medical Books/McGraw-Hill: 515-531.
- Guyton AC, John E, Hall 2006. *Textbook of Medical Physiology*. 11th ed. Elsevier Inc. Philadelphia, Pennsylvania. P : 429-438.
- Gobeirno De Aragon 1998. *Win Episcopo 2.0 Progame*. University of Edinburgh.
- Haines MM, Stansfeld SA, Job Soames RF, Berglund B, Head J 2001. A Follow-up study of effects of chronic aircraft noise exposure on child stress responses and cognition. *International Journal of Epidemiology*; 30 page ; 839-845.
- Hartono 2005. Pengaruh perbedaan intensitas kebisingan terhadap sindroma dispepsia pada tenaga kerja di PT. Kusuma Hadi Santosa Karanganyar. *Biosmart*. Vol 7 (2) : 131-134.
- Hartono 2006^a. Perbedaan intensitas kebisingan pengaruhnya terhadap jumlah limfosit pada tikus putih (*Rattus norvegicus*). *Enviro*. Vol 7, No.1.
- Hartono 2006^b. Pengaruh perbedaan intensitas kebisingan terhadap jumlah limfosit pada masyarakat di sekitar bandara Adi Sumarmo Boyolali. *Enviro*. Vol 7, No.2. 20-24.
- Hartono Muthmainah, 2007^a, Pengaruh perbedaan intensitas kebisingan terhadap gambaran struktur histologi lambung pada tikus putih (*Rattus norvegicus*), *Jurnal Kedokteran Yarsi* 15 (2) : 133-138.
- Hartono, Isna Q, Margono 2007^b. Pengaruh paparan bising pesawat udara terhadap struktur histologi

- duodenum pada tikus putih (*Rattus norvegicus*), *Enviro* Vol 8, No.1. 33-36.
- Karvanen M, Mikheev MI 1986. Epidemiology of Occupational Health. *Europe: WHO Regional Publications*, p: 27.
- Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara No : SKEP/109/VI/2000 tanggal 6 Juni 2000 Tentang Petunjuk Pelaksanaan Pembuatan Kawasan Kebisingan Bandar Udara.
- Kusmiati A, Meilawati Y, Yustiani dan Mubiarti E 2006. Valuasi ekonomi kebisingan pesawat udara di pemukiman sekitar bandara Husein Sastranegara. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Edisi Khusus. 241-248
- Kresno Siti Boedina 2001. *Diagnosis dan Prosedur Laboratorium*. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Jakarta. 30-33.
- Megan AC, Todd AF and Michael AC 2001^a. Review of the biology of human natural killer-cell subsets. *Trends in Immunology*. Volume 22, Issue 11, Pages 633-640.
- Megan AC, Todd AF, Sarah CT, Kenneth SC, Bobak AG, Tariq G, William EC and Michael AC 2001^b. Human natural killer cells: a unique innate immunoregulatory role for the CD56 bright subset. *Blood*, Vol. 97, No. 10, pp. 3146-3151
- Melamed S, Luz J, Green MS 1992. Noise exposure, noise annoyance and their relation to psychological distress, accident and sickness absence among blue-collar workers-the Cordis Study. *Lsr. J. Med Sci* 28:629-635.
- Morikawa Y, Higashiguchi KK, Tanimoto C, Hayashi M, Oketani R, Miura K, Nishijo M, Nakagawa H 2005. A Cross-sectional study on the relationship of sob Stress with Natural Killer Cell activity and Natural Killer Cell subsets among healthy nurses. *Journal of Occupational Health*; 47; 378-383.
- Nagao F, Suzui M, Takeda K, Yagita H and Okumura K 2000. Mobilization of NK cells by exercise: downmodulation of adhesion molecules on NK cells by catecholamines. *Am J Physiol Regulatory Integrative Comp Physiol* 279:1251-1256.
- Padgett D and Glaser R 2003. How stress influences the immune response. *Trends in Immunology*. Vol.24 No.8 page; 444-448
- Passchier-Vermeer W and Passchier Wim F 2000. Noise Exposure and Public Health. *Environmental Health Perspectives*. Vol 108, supplement 1; 123-131.
- Poetra Bagoes R, Samiyono B, Pelitasari R 2007. *Petunjuk Pengukuran dan Perhitungan Kebisingan Bandar Udara dalam WECPNL*. Direktorat Jenderal Perhubungan Udara Departemen Perhubungan. Jakarta Pusat.
- Putra ST 2005. *Paradigma Psiconeuroimunologi Menuju ke Disciplines-Hybrid*. Graha Masyarakat Ilmiah Kedokteran (Gramik), Fakultas Kedokteran UNAIR-RSU Dr Soetomo, Surabaya : 1-15.
- Ronald De Klout E 2003. Noise, brain and stress. *Endocrine Regulation*, Vol 37 : 51-68.
- Roestam AW 2004. Program konservasi pendengaran di tempat kerja. *Cermin Dunia Kedokteran*. 144. page: 29-33.
- Sindusakti J 2000. Dampak kebisingan pesawat terhadap kesehatan penduduk lingkungan pemukiman sekitar landasan bandara Adi Sumarmo Boyolali, (*Tesis*), Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Srikumar R, Parthasarathy NJ, Manikandan S, Muthuvel A, Rajamani R, Sheeladevi R 2007. Immunomodulatory effect of Thripala during experimentally induced noise stress in Albino rats. *J Health Science* ; 53(1); 142-145.
- Suzui M, Kawai T, Kimura H, Takeda K, Yagita A, Okumura K, Shek PN, Shepard RJ 2004. Natural killer cells lytic activity and CD 56dim and CD 56 bright cell distribution during and after intensive training. *Journal Appl physiol* 96 : 2167-2173.