

Perbedaan kadar enzim α -amylase saliva pada penerbang sipil Indonesia yang mengalami stress dan tidak stress karena faktor kelelahan

Meta Yunia Candra^{1*}, Dewi Fatma Suniarti¹, Febriana Setiawati², Nurtami Soedarsono²

^{1*}Departement Biologi Oral, Divisi Forensik Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Indonesia

²Departement Ilmu Kesehatan Gigi Masyarakat dan Pencegahan, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Indonesia, Indonesia

*Korespondensi: e-mail: meta.emerald@gmail.com

Submisi: 16 Juni 2020; Penerimaan: 30 Oktober 2020; Publikasi Online: 31 Oktober 2020

DOI: 10.24198/pjdrs.v4i1.28063

ABSTRAK

Pendahuluan: Penerbang Sipil Indonesia beresiko mengalami stres yang disebabkan karena faktor kelelahan dengan rute penerbangan jarak dekat antara pulau-pulau di Indonesia. Enzim α -amylase saliva dapat digunakan sebagai biomarker stress. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan kadar enzim α -amylase saliva pada penerbang sipil Indonesia yang mengalami stress karena faktor kelelahan dengan penerbang sipil Indonesia yang tidak mengalami stress karena faktor kelelahan. **Metode:** Jenis penelitian adalah *cross-sectional*, membandingkan tingkat kelelahan yang menjadi penyebab stress pada penerbang sipil Indonesia dengan metode pengukuran *Fatigue Severity Scale* (FSS) dan membandingkan kadar enzim α -amylase saliva yang dianalisa dengan metode ELISA pada dua kelompok penerbang sipil Indonesia yang memiliki jam terbang total lebih dari 6624 jam dan melakukan penerbangan sektor sebanyak 24 subjek dengan kelompok penerbang sipil Indonesia yang memiliki jam terbang total kurang dari 6624 jam dan tidak melakukan penerbangan sektor sebanyak 16 subjek dengan uji analisis data bivariat komparatif. **Hasil:** Kelompok penerbang sipil Indonesia dengan jam terbang total lebih dari 6624 jam dan melakukan penerbangan sektor menunjukkan nilai enzim α -amylase sebesar 0,899 dan kelompok penerbangan sipil Indonesia dengan jam terbang kurang dari 6624 jam dan tidak melakukan penerbangan sektor menunjukkan nilai enzim α -amylase sebesar 0,689. Terdapat perbedaan bermakna $p = 0,006$ ($p < 0,05$) antara kedua kelompok penerbang. **Simpulan :** Stres yang disebabkan karena faktor kelelahan pada penerbang sipil Indonesia menghasilkan kadar enzim α -amylase yang lebih tinggi dibandingkan dengan penerbang sipil Indonesia yang tidak mengalami stress karena faktor kelelahan.

Kata kunci : Enzim α -amylase saliva, *fatigue severity scale*, stress, penerbang.

Differences in the salivary α -amylase levels in Indonesian civil aviators with and without fatigues stress experience

ABSTRACT

Introduction: Indonesian civil aviators have a risk of experiencing stress due to fatigue factor with high-frequency intersection routes between islands of Indonesia. Salivary α -amylase is an enzyme that can be used as a stress biomarker. This study was aimed to analyse the differences of salivary α -amylase levels in Indonesian civil aviators with and without fatigues stress experience. **Methods:** This research was cross-sectional, comparing the level of fatigue as the cause of stress for Indonesian civil aviators with the *Fatigue Severity Scale* (FSS) measurement method. The level of the salivary α -amylase enzyme was analysed using the ELISA method in two groups: Indonesian civil aviators with more than 6624 flight hours and performed sector flights (24 subjects); Indonesian civil aviators with less than 6624 flight hours and did not perform sector flights (16 subjects). All data then analysed with comparative bivariate data analysis. **Results:** The group of Indonesian civil aviators with more than 6624 flight hours and performed sector flight showed an α -amylase enzyme value of 0.899; while the group of Indonesian civil aviators with less than 6624 flight hours and did not perform sector flights showed an α -amylase enzyme value of 0.689. There was a significant difference $p=0.006$ ($p < 0.05$) between the two groups of pilots. **Conclusion:** Indonesian civil aviators with fatigues stress experience of increases the α -amylase enzyme value compared to Indonesian civil pilots without fatigues stress experience.

Keywords: Salivary α -amylase, *fatigue severity scale*, stress, aviator.

PENDAHULUAN

Pekerjaan seorang penerbang sipil atau pilot merupakan pekerjaan yang memiliki tantangan berat dengan resiko mengalami stres karena tantangan yang dihadapi dalam dunia penerbangan seperti lingkungan penerbangan berupa ketinggian, kebisingan, komunikasi, dan getaran. Hal tersebut berlangsung secara rutin dengan jam terbang yang bervariasi pada setiap personel penerbang sipil sehingga akan menjadi *stressor* atau sumber stres pada penerbang sipil.^{1,2}

Stres pada penerbang sipil adalah ketidakmampuan seorang pilot dalam mengambil keputusan yang dapat mengakibatkan kejadian fatal pada penerbangan karena ketidakmampuan menjalankan prosedur yang sesuai dengan standar operasional prosedur keselamatan penerbangan sipil.³ Gejala stres yang dapat dirasakan oleh seorang penerbang sipil adalah sakit kepala, gugup, tidak mampu menjaga emosi, sakit pada dada, lesu, merasa kesepian, ketakutan, makan berlebihan atau tidak mau makan, sakit tulang belakang, rendahnya kepercayaan diri, sulit tidur, sulit konsentrasi, mudah haus.^{4,5} Gejala-gejala tersebut tidak selalu muncul bersamaan namun tergantung pada kondisi masing-masing individu.⁴

Stres fisik pada penerbang sipil merupakan kejadian fatigue atau kelelahan karena beban kerja dan jam kerja yang melebihi batasan yang telah ditetapkan.⁴ Jumlah jam terbang total yang dimiliki oleh seorang penerbang sipil akan merepresentasikan keahlian, kewaspadaan, dan pengalaman dalam mengoperasikan pesawat udara. Batasan mengenai jam terbang dan beban kerja penerbang sipil Indonesia ditetapkan pada Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil (PKPS) 121 yang ditetapkan sebagai Keputusan Menteri Perhubungan Nomor : PM.36 tahun 2015, bahwa batasan jam terbang dalam 1 tahun tidak lebih dari 1050 jam, dalam 30 hari berturut-turut tidak lebih dari 110 jam, dalam 7 hari berturut-turut tidak lebih dari 30 jam, dan dalam 24 jam berturut-turut tidak lebih dari 9 jam.⁶

Dalam peraturan tersebut tidak disebutkan batasan jam terbang pada rute pendek domestik. Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki banyak rute penerbangan jarak pendek antar kota dan antar pulau. Hal ini sering menyebabkan penerbang untuk melakukan jadwal terbang yang lebih dari batasan jam terbang maksimal sehingga

dapat menjadi kelelahan yang berlebihan pada penerbang sipil yang akan mempengaruhi kinerja dan membahayakan keselamatan penerbangan di Indonesia.^{3,4,7} KNKT menyebutkan bahwa penyebab kecelakaan pesawat udara terbesar selama kurun waktu 2010-2016 adalah karena faktor manusia.⁸ Tahun 2017, KNKT (Komite Nasional Kecelakaan Transportasi) menyatakan data insiden atau kejadian yang berpotensi menjadi kecelakaan, meningkat sebanyak 30 kejadian.⁹

Kelelahan yang dialami oleh seorang penerbang sipil dapat menyebabkan stress, yang dapat diketahui berdasarkan kuesioner psikologis dan wawancara.^{3,4} Stres seseorang juga dapat diketahui dengan mengukur biomarker pada sampel saliva, darah, dan urine. Saliva sebagai sampel pemeriksaan biomarker stres memiliki keuntungan, yaitu kemudahan dalam pengambilan sampel.¹⁰ Terdapat lima protein yang disekresi saat terjadinya stres, yaitu kortisol, *lysozim*, Imunoglobulin A (IgA), chromogranin, dan alfa-amilase. Protein-protein tersebut dapat digunakan sebagai biomarker stres.¹¹ Ketika stress terjadi, enzim α -amilase merupakan respon dari hormon stres katekolamin yang merangsang adrenalin untuk mensekresi enzim alfa amilase saliva, sehingga kadar enzim α -amilase saliva akan semakin tinggi sebagai respon dari stres.^{10,12}

Enzim α -amilase disekresi oleh kelenjar saliva karena stimulasi adrenergik.¹⁰ Enzim α -amilase dihasilkan paling sedikit pada pagi hari dan semakin meningkat pada sore hari.¹¹ Kebalikan dengan kandungan kortisol dan IgA yang banyak pada dihasilkan pada pagi hari.¹² Usia hidup enzim α -amilase pada saliva adalah 12-24 jam.¹¹ Dalam percobaan Schoofs dan Wolf (tahun 2011), telah membuktikan adanya peningkatan enzim α -amilase pada 10 menit dan 25 menit setelah stres yang terjadi pada 39 laki-laki dewasa dan 14 perempuan dewasa.¹² Terdapat beberapa faktor yang dapat menurunkan kadar sekresi enzim alfa amilase pada saliva, yaitu kebiasaan merokok, minum alkohol, dan konsumsi obat-obatan seperti obat hipertensi, antidepresan, dan obat yang mengganggu sekresi saliva yang diatur oleh sistem saraf simpatis dan para simpatis.¹³

Enzim α -amilase saliva dalam kondisi homeostasis akan disekresi oleh kelenjar saliva mayor dari sistem kelenjar eksokrin yang mampu membuat polisakarida (pati) dan glikogen dihirolisis menjadi maltosa, sedangkan dalam kondisi stres, *system*

adreno-medullary (SAM) akan teraktivasi untuk melepaskan *salivary alpha-amylase* (SAA).^{12,13} Hal ini sejalan dengan meningkatnya katekolamin dalam plasma, yang mengaktivasi sistem saraf simpatis. Dengan demikian terbukti bahwa perubahan jumlah SAA tergantung pada stimulasi dari stres.^{14,15,16}

Pengukuran kelelahan fisik yang dapat mengakibatkan stres pada seorang penerbang sipil digunakan metode *Fatigue Severity Scale* (FSS), yaitu suatu metode pengukuran tingkat kelelahan fisik pada seseorang dengan menggunakan 9 jenis kuesioner dan memberikan skor 1-7 untuk tingkat kelelahan yang dirasakan oleh subyek.³ FSS akan mengukur skala keparahan gejala kelelahan akumulatif yang dirasakan personel penerbangan selama 7 hari terakhir.⁴ Yuliawati pada tahun 2015 melakukan penelitian pada 663 penerbang sipil Indonesia dengan menggunakan skala FSS didapatkan skor terendah 1 dan skor tertinggi 6,33, dengan rata-rata $3,93 \pm 1,137$.⁴ Steptoe dan Bostock pada tahun 2011 di Inggris melakukan penelitian pada 349 penerbang anggota *British Airline Pilot Association* (BALPA) dan beberapa penerbang dari negara Uni Eropa, yaitu 56 penerbang Jerman, 50 penerbang Perancis, dan 38 penerbang Italian.¹³ Pengukuran skala kelelahan menggunakan FSS dengan skor antara 1,1-7,0 dengan rata-rata $4,7 \pm 1,0$. Kelelahan klinis dinyatakan dengan skala FSS ≥ 4 .^{17,18} Tujuan penelitian menganalisis perbedaan kadar enzim α -amilase saliva pada penerbang sipil Indonesia yang mengalami stress akibat faktor kelelahan dengan penerbang sipil Indonesia yang tidak mengalami stress karena faktor kelelahan.

METODE

Jenis penelitian adalah *cross sectional* yang terdiri dari dua penelitian bertahap. Penelitian pertama adalah penelitian survei, yang merupakan penelitian deskriptif numerik untuk mengetahui rerata skor lelah pada penerbang sipil dan mengelompokkan berdasarkan jam terbang dan penerbangan sektor. Penelitian kedua adalah uji laboratorium dengan analisis komparatif. Subjek penelitian adalah penerbang sipil Indonesia yang memiliki ijin terbang di Indonesia. Subjek penelitian dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok kontrol dan kelompok uji dengan masing-masing jumlah sampel minimal sebesar 16 subjek. Perhitungan besar sampel berdasarkan estimasi sampel pada uji analitik bivariat

komparatif. Kriteria inklusi pada kedua kelompok adalah penerbang sipil Indonesia yang memiliki ijin terbang di Indonesia dan masih aktif bertugas pada maskapai komersial di Indonesia yang sesuai PKPS 121, tidak memiliki penyakit sistemik, tidak merokok, tidak minum alkohol, dan tidak mengkonsumsi obat-obatan terlarang dan narkotik. Subjek pada kelompok kontrol merupakan penerbang sipil Indonesia yang memiliki jam terbang kurang dari 6624 jam dan tidak melakukan penerbangan sektor.⁴

Subjek pada kelompok uji adalah penerbang sipil Indonesia yang memiliki jam terbang lebih dari 6624 jam dan melakukan penerbangan sektor, baru melakukan pendaratan, sekitar pukul 14.00-19.00. Hal ini sesuai dengan batasan nilai tengah pada publikasi Gangguan Mental Emosional (GME) oleh Balai Kesehatan Penerbangan pada bulan November 2017 dimana penerbang yang telah memiliki jam terbang total lebih dari 6624 jam berpotensi untuk mengalami stres sehingga dapat berakibat pada gangguan mental dan emosional.¹ Rute penerbangan sektor dalam 24 jam terbukti memiliki pengaruh terhadap kelelahan yang dapat berakibat terhadap stres.^{18,19} Dua faktor tersebut berpotensi untuk memicu terjadi kelelahan yang menyebabkan stress pada penerbang sipil Indonesia.¹⁹ Pengambilan sampel saliva dan pengisian kuesioner pada kelompok penerbang sipil Indonesia dengan jam terbang ≤ 6624 jam dan tidak melakukan penerbangan sektor dalam 24 jam terakhir dilakukan di Balai Kesehatan Penerbangan pada subjek penerbang yang sedang melakukan pemeriksaan kesehatan rutin. Subjek diminta untuk mengisi lembar persetujuan (*informed consent*) dan menjawab pertanyaan pada lembar *Fatigue Severity Scale* (FSS). Skala penilaian FSS 1-7, dengan semakin tinggi skor menandakan subjek semakin lelah. Pengambilan sampel pada kelompok uji dilakukan di fop terminal Bandara Soekarno-Hatta, Tangerang. Seluruh sampel saliva diambil tanpa stimulasi.

Setelah sampel saliva didapatkan, penyimpanan sementara pada kotak pendingin dengan suhu 4-10°C untuk kemudian akan disimpan pada lemari pendingin pada suhu -20°C. Pemeriksaan kadar enzim α -amilase saliva pada sampel saliva penerbang sipil Indonesia dilakukan di laboratorium *Oral Biology* FKG UI menggunakan metode ELISA dan ELISA kit (Salymetrics) α -amilase. Assay α -amilase dilakukan pada panjang gelombang 405nm. Pengukuran konsentrasi protein total saliva dengan

Bradford assay. Pemeriksaan dilakukan dua kali, yaitu pada menit pertama dan menit ketiga.^{20,21}

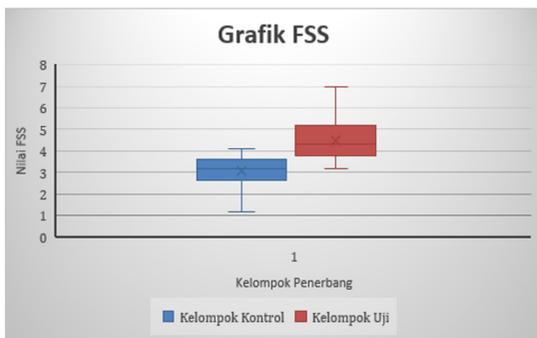
HASIL

Sebanyak 40 subjek peneleitian, 16 (40%) dikelompokkan kelompok kontrol dan 24 (60%) pada kelompok 2 atau kelompok uji. Semua subjek penelitian adalah laki-laki dan berasal dari 6 maskapai penerbangan sipil Indonesia. Subjek penelitian berusia antara 24-62 tahun. Frekuensi tertinggi subjek penelitian pada kelompok usia 24-30 tahun berjumlah 17 subjek (42,5%), diikuti pada kelompok usia 41-50 tahun berjumlah 11 subjek (27,5%), kelompok usia 31-40 tahun berjumlah 7 subjek (17,5%), kemudian kelompok usia 51-60 tahun berjumlah 4 subjek (10%), dan lebih dari 60tahun berjumlah 1orang (2,5%). (Tabel 1).

Tabel 1. Distribusi frekuensi usia subjek penelitian

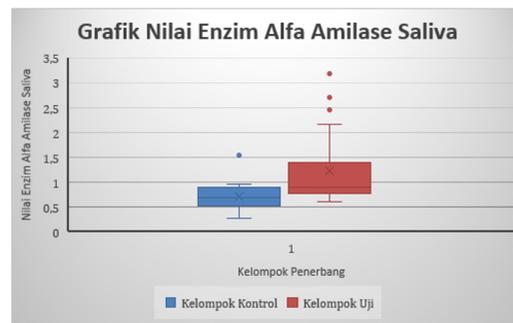
Usia (tahun)	Total (%)
24-30	17 (42,5)
31-40	7 (17,5)
41-50	11 (27,5)
51-60	4 (10,0)
>60	1 (2,5)

Pemeriksaan FSS hanya dapat dilakukan pada kelompok pertama sebanyak 16 dan pada kelompok kedua sebanyak 24. Hasil uji normalitas data menunjukkan data tidak normal. Pengujian pada kedua kelompok menggunakan Uji Mann-Whitney. Uji Mann-Whitney menunjukkan terdapat perbedaan bermakna secara statistic $p\text{-value} = 0,000$ ($p\text{-value} < 0,05$) antara kedua kelompok terhadap nilai *Fatigue Severity Scale* (FSS). Nilai FSS maksimum pada kelompok kontrol (n=16) sebesar 4,1 dan nilai minimum sebesar 1,2 dengan median 3,2. Nilai maksimum pada kelompok uji (n=24) sebesar 7,0 dan nilai minimum 3,2 dengan median 4,3. (Grafik 1)



Gambar 1. Grafik *fatigue severity scale* (FSS) pada kelompok kontrol dan kelompok uji

Uji Mann-Whitney menunjukkan terdapat perbedaan bermakna secara statistik $p\text{-value}=0,006$ ($p\text{-value} < 0,05$) antara kedua kelompok terhadap kadar enzim $\alpha\text{-amilase}$ saliva pada pengujian dengan ELISA. Hal ini membuktikan bahwa terdapat perbedaan kadar enzim $\alpha\text{-amilase}$ saliva dengan jam terbang total yang berbeda dan penerbangan sektor dan penerbangan tidak sektor pada penerbang sipil Indonesia. Nilai kadar enzim $\alpha\text{-amilase}$ saliva maksimum pada kelompok kontrol (n=16) sebesar 1,545 dan nilai minimum sebesar 0,278 dengan nilai median sebesar 0,689. Nilai kadar enzim $\alpha\text{-amilase}$ saliva maksimum pada kelompok uji (n=24) sebesar 3,188 dan nilai minimum sebesar 0,606 dengan nilai median sebesar 0,899.



Gambar 2. Grafik nilai enzim $\alpha\text{-amilase}$ saliva pada kelompok kontrol dengan kelompok uji

(Grafik 2) Hubungan antara kadar enzim $\alpha\text{-amilase}$ saliva dengan skala kelelahan pada kedua kelompok penerbang sipil Indonesia menggunakan uji Mann-Whitney. Uji Mann-Whitney membandingkan antar kelompok, kelompok lelah memiliki peringkat yang lebih tinggi dibandingkan kelompok tidak lelah. Dengan demikian, hubungan menunjukkan bahwa kelompok lelah memiliki enzim $\alpha\text{-amilase}$ saliva yang lebih tinggi dari kelompok tidak lelah. (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil uji mann-whitney

	Kada enzim $\alpha\text{-amilase}$ saliva						Nilai p
	Rendah		Sedang		Tinggi		
	N	%	n	%	N	%	
Tidak Lelah	6	28,6	15	71,4	0	0,0	0,000
Lelah	0	0,0	9	47,4	10	52,6	
Total	6	15	24	60	10	25	

PEMBAHASAN

Pencocokan data subjek menggunakan basis data di kantor Balai Kesehatan Penerbangan dengan

jadwal terbang yang sesuai dengan penjadwalan peneliti ke Flop Terminal Bandara Soekarno-Hatta. Basis data rekam medis penerbang di Balai Kesehatan Penerbangan dapat terlihat hasil pemeriksaan laboratorium berupa tes darah bebas narkoba dan anamnesa pada pemeriksaan fisik dan pemeriksaan gigi dan mulut. Konsumsi alkohol mampu menyebabkan penurunan sekresi saliva yang mempengaruhi perubahan protein dan amilase serta elektrolit yang tersekresi melalui saliva.²²

Hasil skala FSS pada kelompok penerbang sipil Indonesia dengan jam terbang ≤ 6624 jam dan tidak melakukan penerbangan sektor adalah 3,2 dan pada kelompok penerbang sipil Indonesia dengan jam terbang > 6624 jam dan melakukan penerbangan sektor sebesar 4,3 dengan *p-value* sebesar 0,000, sehingga terlihat adanya perbedaan secara bermakna pada tingkat kelelahan klinis antara kelompok kedua kelompok (grafik 1). Hasil ini sejalan dengan penelitian oleh Yuliawati pada tahun 2015 dengan skor terendah 1 dan skor tertinggi 6,33.⁴ Hasil ini membuktikan bahwa pengaruh jam terbang total lebih dari 6624 jam dan penerbangan sektor menyebabkan kelelahan sehingga berpotensi untuk terjadinya stres pada penerbang sipil Indonesia, jika kelelahan ini berakumulasi dan tidak diantisipasi maka akan berpotensi menjadi stres yang berkelanjutan dan berakibat terjadinya penyakit sistemik maupun gangguan mental dan emosional pada penerbang sipil Indonesia yang dapat mempengaruhi keselamatan penerbangan sipil Indonesia.

Saliva merupakan media diagnosa yang baik untuk menganalisis stres yang terjadi pada penerbang sipil Indonesia. Enzim α -amilase yang disekresi oleh kelenjar saliva merupakan biomarker stres pada manusia yang kadarnya akan meningkat pada kondisi stres.¹² Pemeriksaan kadar enzim α -amilase saliva dengan *ELISA assay*. Hasil dari pemeriksaan kadar enzim α -amilase pada kelompok pertama sebesar 0,689 dan pada kelompok kedua sebesar 0,899, dengan *p-value* sebesar 0,006 (grafik 2). Hasil ini sejalan dengan penelitian Iizuka pada tahun 2013 yaitu nilai kadar enzim α -amilase saliva, yang diukur dengan alat pengukur kadar amilase saliva portable NIPRO, pada pilot militer yang telah selesai bertugas sebesar 52,2 dan pada kelompok kontrol sebesar 38,2.¹⁴ Hal ini membuktikan bahwa terdapat perbedaan secara bermakna kadar enzim α -amilase saliva pada kelompok dengan jam terbang

total kurang dari 6624 jam dan tidak melakukan penerbangan sektor pada 24 jam terakhir dengan kelompok yang memiliki jam terbang total lebih dari 6624 jam dan melakukan penerbangan sektor pada 24 jam terakhir. Uji Mann-Whitney membandingkan antar kelompok, kelompok lelah memiliki peringkat yang lebih tinggi dibandingkan kelompok tidak lelah. Kelelahan pada kelompok penerbang sipil Indonesia pada penelitian ini disebabkan karena jam terbang total lebih dari 6624 jam dan melakukan penerbangan sektor dalam 24 jam terakhir. Dengan demikian, hubungan menunjukkan bahwa kelompok lelah memiliki kadar enzim α -amilase saliva yang lebih tinggi dari kelompok tidak lelah.

Penelitian oleh Bourgeois-bougrine di Paris tahun 1997, menyatakan bahwa penyebab utama kelelahan pada penerbangan jarak dekat adalah beban kerja setelah tugas terbang selama 4-5 hari berturut-turut dengan 4-5 sektor per hari, dengan bangun dari istirahat tidur pada dini hari dan waktu terbang malam hari.¹⁹ Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Powell di Selandia Baru pada tahun 2003 yang menyatakan bahwa faktor utama yang mempengaruhi kelelahan adalah pada penerbangan jarak dekat yaitu jumlah sektor dan jam kerja.⁴

Peningkatan kadar enzim α -amilase saliva pada kelompok uji yang membuktikan terjadinya stres yang disebabkan karena faktor kelelahan pada penerbang sipil Indonesia. Penelitian Iizuka di Jepang pada tahun 2013, pada penerbang militer di Jepang juga menunjukkan peningkatan kadar enzim α -amilase saliva dengan pemeriksaan kadar enzim α -amilase di bandara segera setelah mendaratkan pesawat di bandara.¹⁴ Iizuka dalam Susanti dkk²³ juga menyatakan bahwa stres yang terjadi pada penerbang militer dapat disebabkan oleh faktor lelah, psikologis, dan berbagai faktor fisik lainnya, seperti perubahan jadwal terbang secara tiba-tiba, kondisi penerbang yang kurang tidur.²³ Stres yang terjadi pada penerbang sipil disebabkan oleh faktor kelelahan fisik karena jam terbang lebih dari 6624 jam dan memiliki rute penerbangan sektor pada satu waktu terbang. Hal ini dapat menjadi pertimbangan kepada manajemen maskapai penerbangan dalam memberikan jadwal terbang untuk meningkatkan keselamatan penerbangan.

SIMPULAN

Stres pada penerbang sipil Indonesia yang disebabkan

karena faktor kelelahan dengan jam terbang total lebih dari 6624 jam dengan rute penerbangan sektor terbukti menghasilkan kadar enzim α -amylase saliva yang lebih tinggi dengan kelompok penerbang sipil Indonesian jam terbang kurang dari 6624 jam dan tidak melakukan penerbangan sektor.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arya F, Widyahening IS, Alfian F, Basuki B. Flight hours within 7 days and risk of fatigue on the civilian pilots in Indonesia. *Heal Sci J Ind.* 2017; 8(1): 53-58. DOI: [10.22435/hsji.v8i1.6894.Febi](https://doi.org/10.22435/hsji.v8i1.6894.Febi).
2. Brown J, Antufiano MJ. Circadian rhythm disruption and aviation it's all about the rhythm and blues. *J Fededer Avia Adm.* 2014; 3: 1-4.
3. Yuliana Y, Indah S, Mustopo WI, Basuki B. The effect of total flight hours and other dominant factors on the risk of distress in civilian pilots in Indonesia. *Health Sci J Ind.* 2015; 2: 17-22. DOI: [10.22435/hsji.v6i1.4481.17-22](https://doi.org/10.22435/hsji.v6i1.4481.17-22)
4. Yuliawati I, Basuki B. Penerapan Fatigue Risk Management System Di Indonesia. Hasil Penelitian Balai Kesehatan Penerbangan, Kementerian Perhubungan. 2015. Vol.1.5-16.
5. Skiba R. Human factors : pilot stress. *J Austra Soc Aero Med.* 2013; 1(2): 1-6.
6. Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil (PKPS) part 121 (amdt.9) Certification and Operating Requirements: Domestic, Flag, and Supplemental Air Carriers. Subpart QFkight and Duty Time Limitation and Rest Requirements. Nomor: PM. 36 Republik Indonesia. Jakarta ; 2015. h. Q-1-Q-4.
7. Kementerian Perhubungan. Newsletter 1st ed. 2018 [accessed July 6, 2018].
8. Komunikasi Publik Pusat. Sub Komite Investigasi Kecelakaan Penerbangan : Data Investigasi Kecelakaan Penerbangan Tahun 2010-2016. Database KNKT. November 2016. 1-5
9. Komunikasi Publik Pusat. Sub Komite Investigasi Kecelakaan Penerbangan : Capaian Kinerja Investigasi Keselamatan Transportasi Tahun 2017. Database KNKT. November 2017. 1-5.
10. Lupien SJ. The effects of stress and stress hormones on human cognition : Implications for the field of brain and cognition. *Jl Brain and Cognition* . 2007;65:209-237. DOI: [10.1016/j.bandc.2007.02.007](https://doi.org/10.1016/j.bandc.2007.02.007).
11. Dhama K, Latheef SK, Dadar M, Samad HA, Munjal A, Khandia R, Karthik K et al. Biomarkers in Stress Related Diseases/Disorders: Diagnostic, Prognostic, and Therapeutic Values. *Front Mol Biosci.* 2019; 18(6): 91. DOI: [10.3389/fmolb.2019.00091](https://doi.org/10.3389/fmolb.2019.00091).
12. Vineetha R, Pai KM, Vengal M, Gopalakrishna K, Narayanakurup D. Usefulness of salivary alpha amylase as a biomarker of chronic stress and stress related oral mucosal changes - a pilot study. *J Clin Exp Dent.* 2014; 6(2): 132-7. DOI: [10.4317/jced.51355](https://doi.org/10.4317/jced.51355).
13. Steptoe A, Kivimaki M. Stress and cardiovascular disease : an update on current knowledge. *J Annu Rev Public Heal.* 2013; 5. DOI: [10.1146/annurev-publhealth-031912-114452](https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-031912-114452).
14. Iizuka N, Awand S, Ansai T. Original research article salivary alpha-amylase activity and stress in japan air self-defense force cargo pilots involved in Iraq reconstruction. *Amaerican J of Human Biology.* 2012. 1-5. DOI: [10.1002/ajhb.22247](https://doi.org/10.1002/ajhb.22247).
15. Heberd A, Razali A, Mahalingam SR, Tiong CS. Assessment of salivary biomarkers associated with occupational stress. *Int Acad Res J Soc Sci.* 2015;1(2):107-111. DOI: [10.1016/j.physbeh.2018.11.038](https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.11.038)
16. Akhigbe P. A study examining chronic stress and the immune system, measuring cortisol and salivary IgA. [Repository]; 2017.
17. Sallinen M, Karhula K, Ha M, Lindholm H, Hirvonen A, Elovainio M. Association of job strain with cortisol and alpha-amylase among shift-working health care professionals in laboratory and field. *J of Biological Research for Nursing.* 2016; 18(1): 101-112. DOI: [10.1177/1099800415577801](https://doi.org/10.1177/1099800415577801).
18. Steptoe A, Bostock S. A survey of fatigue and well-being among commercial airline pilots. UCL Psychology Group Department of Epidemiology and Public Health, London, WC1E6BT. J Survey Commissioned by BALPA; 2011. 1-39.
19. Yuliawati, Indah S, Mustopo WI, Basuki B. The effect of total flight hours and others dominant factors on the risk of distress in civilian pilots in Indonesia. *Health Sci J Ind.* 2015;6(1):17-22. DOI: [10.22435/hsji.v6i1.4481](https://doi.org/10.22435/hsji.v6i1.4481).
20. Elisa. Handbook. California: Booster Biological Technology; 2016. 2-15.
21. Salivary Alpha Amylase Assay Kit. Vol 7748. USA: Salimetrics; 2012. 1-17.
22. Lee K, Suh C, Kim J, Park JO. The impact of long

- working hours on psychosocial stress response among white-collar worker. *J Industrial Health*. 2015; 55(1): 46-53. DOI: [10.2486/indhealth.2015-0173](https://doi.org/10.2486/indhealth.2015-0173)
23. Susanti, Nurhayati Y, Tingkat Kelelahan Pilot Indonesia dalam Menerbangkan Pesawat Komersial Rute Pendek (The Level of Fatigue of The Indonesia Pilots in Flying The Commercial Aircraft on Short Route) *Warta Ardhia J Perhub Udara*. 2014; 40(4): 251-266.