

PENGARUH WAKTU LATIHAN TERHADAP KAPASITAS VITAL PARU DITINJAU DARI PARAMETER METEOROLOGI

THE EFFECT OF TRAINING TIME TOWARD LUNG VITAL CAPACITY FROM METEOROLOGICAL PARAMETERS

Samsul Bahri¹, Haryo Satriyo Tomo², Iwa Ikhwan³

Sekolah Farmasi, Institut Teknologi Bandung¹³

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung²

samsul@fa.itb.ac.id, haryotomo@ftsl.itb.ac.id, iwaikhwanhidayat@gmail.com

ABSTRAK

Pusat Olahraga Lebak Siliwangi atau Sarana Olahraga Ganesa (SARAGA), ITB merupakan miniatur dari Kota Bandung karena berada di daerah cekungan dan memiliki kecenderungan terpapar polusi udara yang berasal dari kendaraan bermotor. Dengan demikian, perlu dilakukan kajian tentang efek polusi udara terhadap kesehatan masyarakat yang melakukan aktivitas olahraga di SARAGA ITB. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif. Sampel penelitian adalah para pengunjung SARAGA yang rutin berolahraga pada pagi, siang, dan sore hari sebanyak 30 orang dengan menggunakan *purposive sampling*. Data diambil dengan mengukur kapasitas vital paru responden sebelum dan sesudah berolahraga dengan alat Spirometer contecTM SP10. Pada setiap waktu latihan diukur parameter meteorologi, yaitu PM2.5 (polusi) dengan menggunakan Laser Egg Origins Smart Air Quality Monitor, suhu, dan kelembapan menggunakan alat Weather Station W200. Hasil nilai berturut-turut dari parameter meteorologi yaitu PM2.5. Suhu dan kelembapan ditinjau dari waktu latihan yaitu pagi, sore, dan malam. Untuk pagi hasil nilai PM2.5 (10), suhu (280C), kelembapan (55%); sore hasil nilai PM2.5 (29), suhu (25.10C), kelembapan (77%); dan malam PM2.5 (94), suhu (21.70C), kelembapan (89%). Sementara itu, kapasitas vital paru untuk ketiga waktu latihan (pagi, sore, dan malam) mengalami penurunan sesaat yang signifikan, dengan nilai pagi (3.49:3.22), sore (3.48:3.20), malam (3.58:3.39). Dengan demikian, dapat disimpulkan tren paparan dominan polusi tertinggi di Saraga ITB terjadi pada malam hari. Peningkatan paparan polusi malam hari terjadi karena meningkatnya arus lalu lintas kendaraan di Jalan Siliwangi. Tingginya suhu dan kelembapan dari ketiga waktu berlatih berkorelasi dengan penurunan kapasitas vital paru.

kata kunci: PM2.5, suhu, kelembapan, kapasitas vital paru.

ABSTRACT

Lebak Siliwangi Sports Center or Ganesha Sports Facility (SARAGA) ITB is a miniature of Bandung city because it is in a basin area and has a tendency to be exposed to air pollution from vehicles. Therefore, it is necessary to conduct a study of the effects of air pollution on the health of people who do sports activities at SARAGA ITB. The methodology was Descriptive quantitative. Samples were 30 people who consistent exercised in the morning, evening, and night with age ranging 18-19 years old using purposive sampling technique by measuring their lung vital capacity before and after exercising 2400 meter run using Spirometer contecTM SP10. Their meteorological parameters were measured at each training time by using Laser Egg Origins Smart Air Quality Monitor for PM 2.5 and using Weather Station W200 tool for temperature and humidity. The value results from meteorological parameters (PM 2.5, Temperature, and Humidity) in terms of training time (morning, evening, and night) were in the morning, PM 2.5 (10), Temperature (280C), Humidity (55%); in the evening, PM.2.5 (29), Temperature (25.10C), Humidity (77%); and in the night, PM 2.5 (94), Temperature (21.70C), Humidity (89%). Meanwhile, lung vital capacity for those three training times (morning, evening, and night) experienced a significant momentary decline, with the scores in the morning (3.49:3.22), evening (3.48:3.20), and night (3.58:3.39). In conclusion, the highest dominant exposure pollution trend in SARAGA ITB occurred at night. An increase in exposure to nighttime pollution was caused by an increase in vehicle traffic flow on Siliwangi Road. The high temperature and humidity of all three training times correlated with a decrease in lung vital capacity.

Keywords : PM 2.5, temperature, humidity, lung vital capacity.

PENDAHULUAN

Kota Bandung sebagai ibu kota Provinsi Jawa Barat merupakan salah satu kota terbesar di Indonesia. Dalam perkembangannya, Kota Bandung menghadapi berbagai tantangan, salah satunya adalah pencemaran udara. Sumber pencemaran udara paling besar di Kota Bandung berasal dari sektor transportasi. Tingkat polusi tertinggi umumnya ditemukan di kota-kota besar dengan kepadatan penduduk yang tinggi (Liu et al., 2009). Sienfeld dan Pandis (2012) mendefinisikan pencemaran udara sebagai suatu kondisi atmosferis karena substansi yang terdapat di dalamnya memiliki konsentrasi cukup tinggi di atas batas normal ambiennya sehingga menghasilkan efek yang dapat terukur pada manusia, hewan, tumbuhan, atau material yang ada. Sementara itu, menurut Cooper & Alley (2011), polutan udara adalah seluruh zat padat, cair, atau gas yang terdapat di atmosfer dalam konsentrasi yang dapat menyebabkan dampak yang merusak. Sumber pencemaran udara akibat aktivitas antropogenik di antaranya adalah transportasi, industri, pembakaran sampah, dan kegiatan rumah tangga (Soedomo. 2001).

Permasalahan tersebut berdampak terhadap beberapa hal terutama pada kesehatan yang dirasakan masyarakat karena pada daerah-daerah dengan tingkat polusi tinggi inilah tingkat risiko penyakit akibat polusi udara cenderung lebih tinggi dibandingkan daerah lainnya (Lim et al., 2012). Berdasarkan data dari (1) profil kesehatan Kota Bandung tahun 2004, dua pertiga bayi (usia kurang dari satu tahun) menderita gangguan infeksi saluran pernapasan bagian atas (ISPA) dan (2) penelitian yang dilakukan ITB tahun 2005 tentang kadar timbal dalam darah anak-anak Sekolah Dasar (SD) menunjukkan bukti bahwa dari 400 anak pada 40 SD yang diteliti di Kota Bandung

memiliki kadar timbal dalam darah mereka melebihi ambang batas (10 mg/dl), yaitu 264 orang (66%). Hal tersebut berpengaruh langsung terhadap tingkat kecerdasan (IQ) anak-anak sekolah. Paparan jangka panjang polusi terutama PM 2.5 terhadap manusia diketahui menjadi indikator penting penyakit paru-paru kronis, penyakit kardiovaskular, asma, dan kanker paru-paru (Pope, 2000; Jensen et al., 2005; WHO 2005). Selain itu, polusi PM 2.5 memiliki risiko besar mengendap pada alveoli paru-paru dan berasosiasi dengan risiko kesehatan (Lipmann, 1996 in Fujii et al, 2014)

Dampak dari polusi udara PM 2.5 ini juga dirasakan wilayah-wilayah lain di sekitar Bandung karena sifat polusi udara yang mampu melewati lintas batas. Penelitian dilakukan di daerah yang mewakili perkotaan dan Stasiun Ciater yang mewakili daerah pedesaan. Hasil pengukuran polusi udara di kelima titik, yaitu Dago, Mess LAPAN (Jln. Riau), Kantor LAPAN (Jln. Dr. Djundjunan), Leuwigajah, dan Stasiun Ciater menunjukkan daerah yang dekat dengan sumber transportasi dan industri memiliki kecenderungan nilai konsentrasi polutan tinggi. Daerah yang relatif lengang seperti Stasiun Ciater (pedesaan) dan Dago (permukiman) cenderung memiliki tingkat konsentrasi polutan yang rendah. Namun demikian, dengan adanya kemampuan polutan untuk berpindah jauh dari sumbernya ke daerah lain, hal ini memungkinkan daerah yang seharusnya relatif bersih dari polusi menjadi ikut tercemar.

Pusat olahraga Lebak Siliwangi atau Sarana Olahraga Ganesa (Saraga) yang terletak di Jalan Siliwangi memiliki kecenderungan terpapar polusi udara yang berasal dari sumber pencemar di Kota Bandung. Selain itu, didukung pula dengan letaknya yang berada di cekungan, memiliki kecenderungan terperangkapnya gas buang yang

dihasilkan oleh sumber pencemar di Kota Bandung sehingga makin lama akan terakumulasi. Hal tersebut seperti yang diungkapkan Zannaria et al. (2009) bahwa kecenderungan peningkatan emisi dan kondisi topografi Kota Bandung yang dikategorikan tidak berventilasi baik, memungkinkan terjadinya penurunan kualitas udara Kota Bandung dari tahun ke tahun.

Berdasarkan latar belakang dan motivasi tersebut, penulis tertarik meneliti kecenderungan apakah ada tidaknya pencemaran udara di Saraga yang berpengaruh langsung terhadap kapasitas vital paru para pengguna yang sedang berolahraga pada pagi, siang, dan sore hari ditinjau dari parameter meteorologi yaitu PM 2.5, suhu, dan kelembapan masing-masing waktu olahraga tersebut.

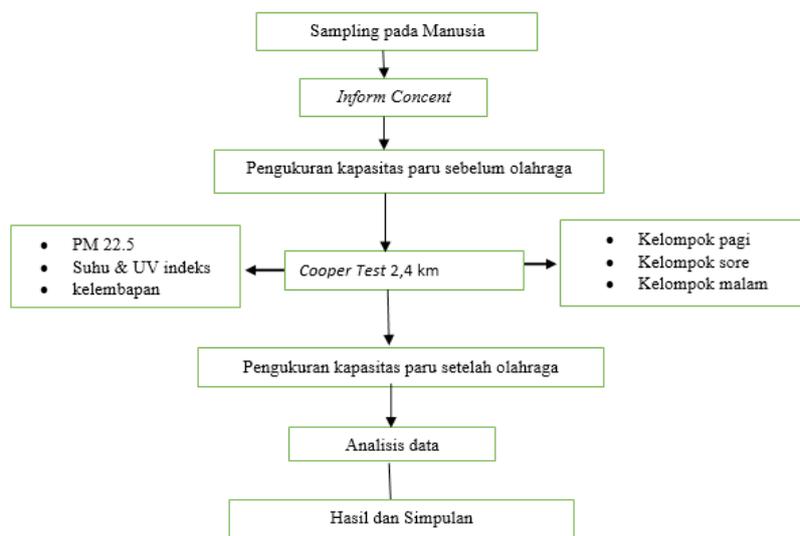
METODE

Jenis penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif. Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan fenomena yang ada dengan menggunakan angka-angka untuk mencandran

Alur Penelitian

Alur penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut.



Gambar 1 Alur Penelitian

(menggambarkan) karakteristik suatu individu atau kelompok (Syamsudin dkk., 2011). Penelitian ini menilai sifat dari kondisi-kondisi yang tampak. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk menggambarkan karakteristik sesuatu sebagaimana adanya. Penelitian ini sangat penting sebagai studi pendahuluan bagi penelitian lain maupun penelitian lanjutan. Variabel independen dalam penelitian ini adalah kapasitas vital paru. Variabel dependen dalam penelitian ini adalah parameter meteorologi (PM 2.5, suhu, dan kelembapan).

Populasi dan Subjek Penelitian

Populasi yang dipilih dalam penelitian ini adalah pengunjung Saraga ITB yang konsisten berolahraga pada waktu pagi, sore, dan malam hari. Didapat sejumlah subjek yang terdiri atas 30 pengunjung Saraga ITB dan dibagi menjadi 3 kelompok. Pengelompokan dilakukan berdasarkan waktu olahraga yaitu pagi, sore, dan malam hari. Teknik pengambilan sampel yang digunakan yaitu *nonprobability sampling* dan metode pemilihan subjek menggunakan *purposive sampling*. Fraenkel, (2012)

menyatakan *purposive sampling* adalah teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu. Dengan kata lain, unit sampel yang dihubungi disesuaikan dengan kriteria-kriteria tertentu yang diterapkan berdasarkan tujuan penelitian atau permasalahan yang ada pada penelitian. Subjek penelitian (kriteria inklusi) merupakan pengunjung saraga ITB dalam kondisi sehat dan berusia 18-19 tahun. Kriteria yang tidak memenuhi syarat (kriteria eksklusi) adalah pengunjung Saraga ITB berusia di atas 20 tahun, dalam keadaan sakit atau cedera.

Pengambilan Data

Terdapat dua variabel dalam pengumpulan data yakni variabel parameter meteorologi (PM 2.5, suhu, dan kelembapan) dan variabel kapasitas vital paru.

Cara pengumpulan data dalam penelitian ini, sebagai berikut.

1. Pengambilan kapasitas vital paru menggunakan alat spirometer dilakukan sebelum melakukan Cooper Test 2,4 km dan setelah Cooper Test 2,4 km. Pengambilan kapasitas paru dilakukan sebanyak 4 kali, masing-masing sebanyak dua kali sebelum *pretest* dan dua kali setelah *post-test*.
2. Pengukuran denyut jantung saat melakukan Cooper Test

menggunakan Polar H-7 Wireless Heart Rate Monitor. Pengukuran dilakukan sebanyak 2 kali yang dilakukan ketika *pretest* dan *post-test*.

3. Parameter meteorologi yang diukur menggunakan Weather Underground dan Origins, yaitu PM 2.5, suhu, dan kelembapan.

Alat dan Cara Kerja

Alat dan cara kerja yang digunakan sebagai berikut.

1. Dilakukan *sampling* subjek penelitian yang memiliki usia 18-19 tahun berjenis kelamin laki-laki.
2. Calon subjek yang memenuhi kriteria dijadikan subjek penelitian. Penentuan subjek penelitian menggunakan *screening* kuesioner yang berisi pertanyaan mengenai karakteristik individu seperti usia, jenis kelamin, tinggi badan, berat badan, riwayat penyakit, serta jumlah aktivitas fisik yang dilakukan dalam satu atau dua tahun terakhir dan aktivitas fisik yang dilaksanakan dalam satu minggu.
3. Subjek dipersilakan membaca lembar persetujuan penelitian *informed consent* setelah mendapatkan penjelasan terkait penelitian. Subjek yang bersedia mengikuti penelitian kemudian menandatangani *informed*



Gambar 2 Spirometer Sp10

consent. Subjek yang tidak bersedia setelah mendapatkan penjelasan berhak mengundurkan diri tanpa sangsi apa pun.

4. Pengukuran VO2 max dengan menggunakan *Cooper Test 2,4 km*.
Alat: *stopwatch*, peluit, *cones* penanda.
5. Pengukuran denyut jantung maksimal dan pengeluaran energi saat berolahraga.
Alat: *Polar H-7 Wirelsss Heart Rate Monitor*, *IPad Mini 3*
6. Pengukuran kapasitas vital paru
Alat: *Spirometer SP10*, *Mouthpiece* pada gambar 2.
7. Pengukuran suhu, kelembaban, dan PM2.5.
Alat: *Weather Underground*, *Origins*

Tempat dan Waktu

Tempat penelitian : SARAGA ITB Bandung

Waktu penelitian : Juni 2017

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Data antropometri sampel penelitian

Sampel dalam penelitian ini terdiri atas 30 orang pengunjung fasilitas olahraga Saraga ITB. Semua subjek penelitian konsisten berolahraga di Saraga ITB 2 kali dalam 1 minggu, dibagi dalam 3 kelompok waktu berlatih yaitu pagi, sore, dan malam hari sesuai dengan kebiasaan subjek melakukan aktivitas olahraga di Saraga ITB. (tabel I)

Data kapasitas paru setelah melakukan olahraga pada 3 waktu

Penelitian ini berlangsung pada tiga waktu pengukuran yang berbeda yaitu pagi, sore, dan malam. Pada tiga waktu tersebut diukur kapasitas vital paru sebelum dan sesudah melakukan olahraga (lari 2400 meter). Selanjutnya, diambil data tingkat polusi (PM 2.5), suhu, dan kelembaban pada saat berlatih

sehingga didapatlah data seperti yang terlihat pada tabel II.

Pada tabel II kita dapat melihat bahwa ada penurunan kapasitas vital paru setelah berlatih pada tiga waktu yang berbeda dengan nilai signifikansi $p < 0.05$. Setiap waktu berlatih memiliki karakteristik meteorologi yang berbeda karena pada waktu berlatih/tes pagi memiliki tingkat PM 2.5 paling rendah dibandingkan waktu yang lain, dan pada waktu berlatih/tes malam menjadi waktu berlatih yang paling tinggi terpapar PM 2.5.

Setelah dilakukan uji korelasi tidak terdapat hubungan antara nilai penurunan kapasitas vital paru dengan tingkat polusi PM 2.5. Sementara itu, terdapat hubungan antara penurunan kapasitas vital paru dengan temperatur udara/suhu. Semakin tinggi suhu/UV index, semakin tinggi penurunan kapasitas vital paru sesaat setelah berolahraga. Begitupun pada kelembaban, terdapat hubungan dengan penurunan kapasitas vital paru. Semakin rendah kelembaban di udara, semakin tinggi penurunan kapasitas vital paru sesaat setelah olahraga. (tabel III)

Pada gambar 3 terlihat nilai penurunan kapasitas vital paru sesaat setelah berolahraga pada tiga waktu latihan/tes yang berbeda. Terlihat pula pada grafik bahwa suhu yang panas pada pagi hari sangat berpengaruh terhadap denyut jantung saat berlatih. Dilihat dari tren kadar PM 2.5 yang berada di Saraga, terjadi puncak polusi tertinggi pada malam hari pukul 6-8 malam. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyebutkan puncak polusi PM 2.5 di Kota Bandung terjadi pada malam hari. Hal ini disebabkan oleh aktivitas yang padat pada malam hari karena masyarakat sekitar Kota Bandung banyak menggunakan kendaraan untuk beraktivitas.

TABEL I DATA ANTROPOMETRI SUBJEK PENELITIAN

Variabel	Subjek
n (jumlah sampel)	30
Usia (tahun)	18,7 ± 0,6
Tinggi (cm)	167 ± 4,4
Berat badan (kg)	65 ± 7,1
IMT	22 ± 1,8

TABEL II PENURUNAN KAPASITAS VITAL PARU DITINJAU DARI TIGA WAKTU LATIHAN

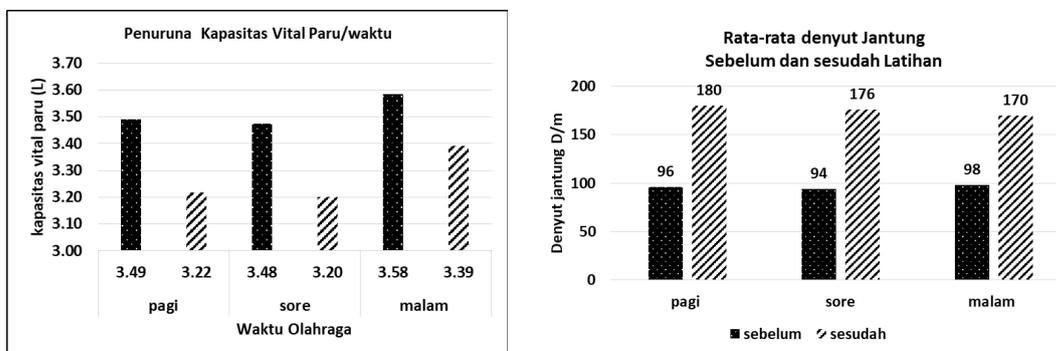
Kelompok	n	Rata-rata nilai kapasitas paru	
		sebelum lari 2,4 km (l)	paru sesudah lari 2,4 km (l)
Pagi (jam 8-9)	10	3,49	3,22 *
Sore (jam 3-4)	10	3,48	3,20 *
Malam (jam 6-7)	10	3,58	3,39 *

*signifikan berbeda antara sebelum dan sesudah lari 2,4 km (p<0.05) l = liter

TABEL III HUBUNGAN ANTARA PENURUNAN KAPASITAS VITAL PARU DENGAN PARAMETER METEOROLOGI

Kelompok	Selisih		Kelembapan	
	penurunan	Pm	Suhu (°C)	(%)
Pagi (jam 8-9)	0,27	10 (ns)	28 *	55 *
Sore (jam 3-4)	0,28	29 (ns)	25,1 *	77*
Malam (jam 6-7)	0,19	94 (ns)	21,7 *	89 *

*signifikan berhubungan (p<0.05) ns (no significant)



Gambar 3 Penurunan kapasitas vital paru dan rata-rata denyut jantung pada saat berolahraga (Lari 2400 m)

Pembahasan

Dilihat dari hasil penelitian ini, tingkat polusi (PM 2.5) di sarana olahraga masih berada pada ambang batas aman menurut standar kementerian lingkungan, dan tidak berpengaruh langsung terhadap penurunan kapasitas vital paru sesaat ketika melakukan olahraga di saraga ITB pada tiga waktu (pagi, sore, dan malam hari). Namun, faktor yang perlu dipertimbangkan pada saat melakukan olahraga di Saraga ITB adalah suhu/UV index dan kelembapan udara karena kedua faktor tersebut terbukti memiliki hubungan dengan penurunan kapasitas vital paru sesaat setelah melakukan olahraga. Walaupun demikian, secara langsung tidak bisa dihubungkan bahwa suhu adalah faktor yang menyebabkan penurunan kapasitas vital paru. Pada penelitian sebelumnya, Jiexiu Zhao (2013) menjelaskan berlatih atau melakukan tes aerobik pada suhu panas-kering dan panas-lembap berpengaruh terhadap kemampuan aerobik. Hal ini seiring dengan meningkatnya *oral and skin temperature* saat melakukan aktivitas fisik pada keadaan tersebut. Penurunan kemampuan aerobik tersebut memungkinkan untuk memberikan efek penurunan kapasitas vital paru sesaat setelah berolahraga yang bersifat sementara dan akan kembali normal setelah recovery. Selain itu, Dale R dkk (2018) menjelaskan, berlatih pada level PM 2.5 moderate berdasarkan *AQI standard (air quality index)* tidak berpengaruh terhadap kapasitas vital paru (fvc) dan kemampuan aerobik seseorang.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa puncak polusi udara PM 2.5 terjadi pada malam hari. Namun, hal tersebut tidak secara langsung memengaruhi penurunan kapasitas vital paru sesaat setelah berlatih. Faktor yang

perlu diperhatikan adalah suhu/UV indeks dan kelembapan udara karena dua faktor tersebut memiliki hubungan dengan penurunan kapasitas vital paru sesaat setelah berlatih. Dari hasil penelitian ini diharapkan masyarakat bisa memahami dan memilih waktu yang tepat untuk berolahraga sehingga mereka mampu mendapatkan hasil atau performa yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Lim, S.S., et al. (2012). A comparative risk assesment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the global burden of disease study 2010, *The Lancet*, 380 (9859), 2224-2260
- Liu, Y. sarnat, J.A., Kilaru, V. et al (2005). Estimating ground level PM2.5 in the eastern United States using satellite remote sensing. *Environment science and technology*, 39 (9), 3269-3278.
- Pope et al, (2006) : Ischemic heart disease events triggered by short-term exposure to fine particulate air pollution. *Journal of the american heart association*. 2006;114:2443-2448.
- WHO. 2005. Human exporsure to air pollution, in: Update of the world air quality guidelines world health organization. World health organization, Geneva, Switzerland .
- Fujii et al, 2016. A Case Study of PM2.5 Characterization in Bangi, Selangor, Malaysia during the Southwest Monsoon Season.
- Syamsudin dkk. (2011). Metode penelitian pendidikan.
- Fraenkel, Jack. R., and Norman E. Wallen. 2012. How to Design and Evaluate. Research in Education 8th Edition. Boston: McGraw-Hill

Higher Education

- Jenssen, N. A. H., Lanki, T., et al (2005). Associations between ambient, personal, and indoor exposure to fine particulate matter constituents in Dutch and Finnish panels of cardiovascular patients. *Occupational and Environmental Medicine*, 62 (12), 868-877
- Zannaria et al. (2009) karakteristik kimia Paparan partikulat Terespirasi. *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia*, 9 (1), 37-50.
- Seinfeld, J. H., Pandis, S. N. (2012). *Atmospheric Chemistry and physics : from air pollutant to climate Change* 2nd Edition. New York : John & sons, Inc.
- Soedomo, M. (2001). *Pencemaran udara : kumpulan karya ilmiah*. Penerbit ITB Bandung.
- Cooper & Alley (2011). *Air Pollution Control A Design Approach*
- Dale R. Wagner., Nicholas W Clark. (2018). Effects of ambient particulate matter on aerobic exercise performance. *Journal of Exercise Science & Fitness* 16 (2018) 12e15.
- Jiexiu Zhao., Et al. (2013). Effects of heat and different humidity levels on aerobic and anaerobic exercise performance in athletes. *Journal of Exercise Science & Fitness* 11 (2013) 35e41.