
Perbandingan kemampuan *aerobic* dan *anaerobic* antara atlet kata dan kumite cabang olahraga karate

Comparison of aerobic and anaerobic abilities between kata and kumite athlete in karate

Ersha Ady Nickytha¹, Mustika Fitri², dan Kuston Sultoni³

^{1,2,3}Department of Sport Science, Faculty of Sport Education and Health, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung, West Java, 40154, Indonesia

Received: 15 May 2019; Revised: 29 June 2019; Accepted: 10 October 2019

 https://doi.org/10.29407/js_unpgri.v5i2.12917

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menguji perbedaan kemampuan *aerobic* dan *anaerobic* antara atlet kata dan kumite. Peneliti ingin menunjukkan bahwa kemampuan *aerobic* dan *anaerobic* berbeda dalam masing – masing kategori karena karakteristik gerakan dalam kebutuhan pertandingan yang berbeda pada masing – masing kategori. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu studi komparatif dengan pendekatan kuantitatif dan menggunakan desain kausal komparatif. Sebanyak 20 atlet karate menjadi sampel dalam penelitian ini yang terdiri dari atlet kata dan kumite yang masing – masing kategorinya berjumlah 10 orang menggunakan pengambilan sampling yaitu teknik *purposive sampling*. Teknik analisis data menggunakan *Independent Sampel t – test*. Hasil penelitian menyatakan bahwa perbedaan signifikan pada taraf alpha 0.05 antara lain data kemampuan *aerobic* yaitu nilai Sig. 0.253 yang berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kemampuan *aerobic* antara atlet kata dan kumite. Sama halnya dengan hasil kemampuan *aerobic*, hasil data kemampuan *anaerobic* mempunyai nilai Sig. 0.860 sehingga diputuskan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kemampuan *anaerobic* antara atlet kata dan kumite cabang olahraga karate.

Kata kunci: *aerobic*, *anaerobic*, kata, kumite.

Abstract

The present study aims at examining the differences in aerobic and anaerobic abilities between kata and kumite athlete, in an attempt to reveal a variation in each category, due to the discrepancies in characteristics of movement for match requirements. Therefore, a comparative study with quantitative approach was employed, using causal-comparative design, which involves 20 karate athletes, with 10 people from each category as participants selected through the use of purposive sampling. In addition, data analysis technique required the use of Independent Sample t-test, and the result indicated significant differences in the level of alpha 0.05, with aerobic ability possessing a value Sig. 0.253, which shows the absence of significant differences between kata and kumite athletes. Furthermore, the data of anaerobic ability was recorded as Sig. 0.860, suggesting no significant differences as well.

Keywords: *aerobic*, *anaerobic*, kata, kumite.

PENDAHULUAN

Karate menjadi salah satu olahraga beladiri yang sangat populer di kancah internasional (Chaabene et al., 2015). Karate dibagi menjadi dua spesialisasi berbeda yaitu kata dan kumite. Kata merupakan pertarungan nyata dengan lawan imajiner. Sementara kumite adalah pertarungan antara dua lawan dengan teknik meninju, menyerang dan teknik menendang (Camomilla, Sbriccoli, Mario, & Arpante, 2009). Dalam pertandingan kata yang menampilkan seperangkat bentuk dalam urutan teknik dan gerakan ofensif dan defensif yang telah ditetapkan sebelumnya dan berdurasi yaitu 60 – 80 detik. Sedangkan dalam kumite menampilkan pertarungan nyata antara dua petarung di bawah aturan ketat, bebas bergerak, menendang, dan meninju dengan sikap ofensif dan defensif yang berdurasi yaitu 1 – 3 menit (Federation, 2018).

Olahraga bela diri karate diminati berbagai macam kalangan salah satunya adalah mahasiswa. Tercatat sebanyak 50 orang mahasiswa UPI yang terdaftar sebagai anggota pada UKM Karate Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) Bandung. UKM Karate UPI Bandung terdapat 17 atlet yang merupakan atlet Karate Jawa Barat. Namun beberapa tahun terakhir terjadi penurunan prestasi pada. Pada ajang POMNAS (Pekan Olahraga Mahasiswa Nasional) yang diselenggarakan tahun 2017 tim karate Jawa Barat hanya memperoleh 4 medali perunggu. Padahal di tahun sebelumnya yaitu POMNAS tahun 2015 tim karate Jawa Barat mampu memperoleh 1 medali emas, 1 medali perak dan 1 medali perunggu. Setelah dikonfirmasi pada sesi tanya jawab salah satu atlet Jawa Barat yang mengikuti POMNAS, atlet tersebut beranggapan bahwa penurunan perolehan medali dikarenakan tidak adanya latihan yang terprogram dari proses pembentukan daya tahan, teknik dan taktik pada atlet. Padahal untuk menunjang penampilan atlet perlu memperhatikan seluruh kebutuhan energi misalnya pada atribut fisiologis yang didalamnya terdapat sistem energi *aerobic* dan *ATP-PCr* yang penting untuk mengoptimalkan kinerja karate (Franchini, 2015).

Fisiologi olahraga adalah penerapan prinsip latihan fisiologi untuk memandu pelatihan dan meningkatkan kinerja olahraga. Dimana latihan fisiologi merupakan studi tentang bagaimana tubuh merespon dan beradaptasi dengan stress fisik (Carole A Oglesby; Kim Henige; Douglas W McLaughlin; Belinda Stillwell, 2018). Karakteristik fisiologis atlet umumnya diukur dengan menguji komponen kebugaran yang terdiri dari daya tahan otot, fleksibilitas, kekuatan otot, komposisi tubuh serta daya tahan (Vanhees, Lefevre, Philippaerts, & Martens, 2016). Daya tahan memiliki dua komponen yakni *aerobic* dan *anaerobic* (Mackenzie, 2005).

Kapasitas *aerobic* memainkan peran utama dalam kinerja karate karena dapat mencegah kelelahan selama pelatihan dan memastikan proses pemulihan selama periode istirahat untuk tetap bisa melanjutkan pertarungan berikutnya (Chaabene, Franchini, & Mkaouer, 2012). Sistem dalam pertandingan karate menggunakan sistem gugur. Oleh karena itu atlet karate harus memiliki metabolisme *aerobic* yang baik agar bisa mengikuti babak demi babak. Metabolisme *aerobic* mendorong sebagian besar energi yang dibutuhkan untuk aktivitas berdurasi lama (Kilani, 2014). Kebugaran *aerobic* mengatur seberapa cepat seseorang kembali pulih pada saat melakukan aktivitas dengan intensitas tinggi. *Aerobic* adalah bentuk aktivitas yang membutuhkan oksigen (Kilani, 2014), yang mana ukuran kriteria untuk kapasitas *aerobic* adalah konsumsi oksigen maksimal (VO_2) (Patel et al., 2017).

Kapasitas *aerobic* saja tidak cukup dalam pelaksanaan karate, dibutuhkan pula kapasitas *anaerobic* karena kapasitas *anaerobic* penting dalam pelaksanaan teknik dalam serangan intensitas tinggi dan tindakan defensif (Franchini, 2015). Disebabkan teknik karate terdiri dari teknik pertahanan dan serangan (Filingeri, Bianco, Daniele, & Paoli, 2012), yang berisi akselerasi mendadak, perubahan arah, kecepatan mendadak dan eksplosif (Soykan et al., 2011). Dari hal tersebut dapat disimpulkan bahwa karate memerlukan *anaerobic* saat melakukan gerakan yang berintensitas tinggi seperti gerakan akselerasi dan kecepatan mendadak. Metabolisme *anaerobic* menghasilkan energi untuk aktivitas singkat dan berintensitas

tinggi yang berlangsung tidak lebih dari beberapa menit sebelum penumpukan asam laktat mencapai ambang yang dikenal sebagai ambang laktat dan nyeri otot, terbakar dan kelelahan membuatnya sulit untuk mempertahankan intensitas tersebut (Kilani, 2014).

Melihat dari penelitian-penelitian sebelumnya yang hanya meneliti tentang kemampuan *aerobic* saja pada atlet kata dan kumite (Koropanovski et al., 2011) dan meneliti atlet kumite saja untuk dilihat kemampuan *aerobic* dan *anaerobic* (Beneke, Beyer, Jachner, & Hu, 2004). Selain itu pada penelitian Silva-santos, Pereira, & Franchini, (2017) hanya meneliti atlet karate pria kumite kelas 60 kg saja yang diteliti mengenai VO_2max . Hasil penelitian menyatakan bahwa respons fisiologis dan metabolik dari atlet karate tingkat atas selama simulasi pertandingan kumite memiliki karakteristik fisiologis yang sangat berbeda bila dibandingkan dengan rekan – rekannya yang juga sangat terlatih. Meninjau dari penelitian terdahulu peneliti belum menemukan adanya penelitian yang membandingkan keseluruhan kemampuan *aerobic* dan *anaerobic* antara atlet kata dan kumite. Sebagaimana rekomendasi dari hasil penelitian Chaabene et al., (2012) yang mengatakan bahwa secara keseluruhan studi tentang karate dan kebugaran fisik masih terbatas dan perlu untuk menjelaskan dari setiap kelas antara kumite dan kata.

Maka dari itu tujuan penelitian ini didasari pada kebutuhan keilmuan untuk meneliti kemampuan *aerobic* dan *anaerobic* dari setiap kategori yaitu kata dan kumite. Dimana dalam penelitian ini merupakan keterbaruan dari penelitian-penelitian sebelumnya. Penelitian ini penting dan harus dilakukan karena untuk menguji seberapa besar kemampuan *aerobic* dan *anaerobic* atlet. Selain itu hasil penelitian ini bisa menjadi referensi untuk meningkatkan kualitas atlet karate menjadi lebih baik. Karena pada dasarnya penting untuk mengetahui karakteristik spesifik fisiologis dari setiap cabang olahraga yang mana semua pelatih harus memahami sistem energi tubuh dan bagaimana mereka berlaku dalam pelatihan olahraga untuk merancang dan mengimplementasikan program-program pelatihan spesifik olahraga (Bompa & Buzzichelli, 2015).

METODE

Metode penelitian ini menggunakan studi komparatif dengan pendekatan kuantitatif. Secara lebih spesifik pendekatan kuantitatif yaitu dengan menggunakan desain kausal komparatif dimana melibatkan pemilihan dua atau lebih kelompok yang tidak sama dalam variabel minat tertentu dan membandingkannya dengan variabel atau variabel lain (Fraenkel, Wallen, & Hyun, 2012). Dipilihnya desain kausal komparatif bertujuan untuk menguji perbedaan antara variabel *aerobic* dengan variabel *anaerobic* pada atlet kata dan kumite cabang olahraga karate. Tempat pengambilan data dilaksanakan di Stadion Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) Bandung. Sampel dalam penelitian ini yaitu 20 atlet karate UKM UPI Bandung yang terdiri dari 10 atlet kata dan 10 atlet kumite yang masing – masing didalamnya terdapat 5 atlet laki – laki dan perempuan. 20 atlet tersebut memiliki prestasi yaitu juara 1 atau 2 atau 3 pada kejuaraan karate tingkat provinsi dan aktif bertanding pada kejuaraan karate tingkat nasional. Dalam menganalisis data pada penelitian ini menggunakan *Independent Samples t – test*, yang mana sebelumnya terlebih dahulu dilakukan uji normalitas data dengan *Kolmogorov - Smirnov* dan uji homogenitas data dengan *Levene's Test* (Pallant, 2010), menggunakan *Program Statistical Product for Social Science (SPSS)* versi 22.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya *Multi-Stage 20-m Shuttle Run Fitness Test / Beep Test* (Paradisis, Zacharogiannis, Mandila, & Smirtiotou, 2014) untuk *aerobic* dengan ketentuan yaitu sampel berlari bolak - balik dengan jarak 20 meter.



Gambar 1. Pengambilan data *Multi-Stage 20-m Shuttle Run Fitness Test*

Sampel memulai lari dan berbalik arah mengikuti bunyi audio yang telah disediakan. Skor tes yang dicapai oleh sampel adalah jumlah 20 m yang dilalui selesai sebelum sampel menarik diri secara sukarela dari tes, atau gagal berada dalam jarak 3 m dari garis akhir pada dua kali berturut-turut bunyi audio.



Gambar 2. Pengambilan data *400 Meter Run Test*

400 Meter Run Test (Wood, 2008) untuk *anaerobic* mempunyai ketentuan yaitu lari secepat mungkin dalam lintasan 400 meter dan catat berapa waktu sampel saat melewati garis finis. Namun sebelum sampel menjalani test *aerobic* dan *anaerobic*, sampel terlebih dahulu diberikan lembaran kesediaan mengikuti penelitian (*informed consent*). *Informed consent* adalah lembar kesediaan sampel dalam mengikuti penelitian, dimana *informed consent* salah satu dari standar etika dalam penelitian sains dan olahraga (Harriss & Atkinson, 2014). Pengambilan data

dilakukan dihari yang berbeda. Tujuannya agar sampel bisa melakukan test dengan maksimal. Pada hari pertama pengambilan data yaitu *Multi-Stage 20-m Shuttle Run Fitness Test* untuk melihat kemampuan *aerobic*. Dilanjut pada hari kedua yaitu melakukan *400 Meter Run Test* untuk melihat kemampuan *anaerobic*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Kemampuan *Aerobic* dan *Anaerobic* Atlet Kata dan Kumite

	Kategori		<i>p</i>
	Kata <i>M ± SD</i>	Kumite <i>M ± SD</i>	
<i>Aerobic</i> (ml/kg/min)	32.030 ± 7.0963	35.180 ± 4.5641	0.253*
<i>Anaerobic</i> (s)	79.40 ± 8.003	80.10 ± 9.492	0.860*

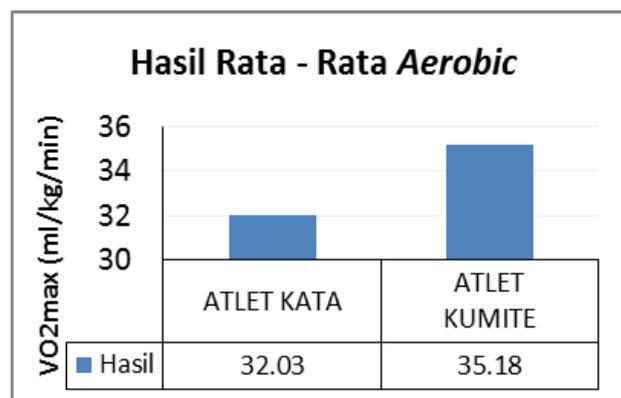
*tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada taraf $\alpha = 0.05$

Diketahui pada tabel 1 hasil kelompok sampel atlet kata pada kemampuan *aerobic* yaitu 32.030 ml/kg/min dengan standar deviasi 7.0963, sedangkan kelompok sampel atlet kumite yaitu 35.180 ml/kg/min dengan standar deviasi 4.5641. Kelompok sampel atlet kumite memiliki kemampuan *aerobic* rata – rata lebih baik dibandingkan kelompok sampel atlet kata. Pada kemampuan *aerobic* yaitu Sig. 0.253 > 0.05, yang berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kemampuan *aerobic* antara atlet kata dan kumite. Hasil kelompok sampel atlet kata pada kemampuan *anaerobic* yaitu 79.40 detik dengan standar deviasi 8.003, sedangkan kelompok sampel atlet kumite yaitu 80.10 detik dengan standar deviasi 9.492. Kelompok sampel atlet kata memiliki kemampuan *anaerobic* rata – rata lebih baik dibandingkan kelompok sampel atlet kumite. Pada kemampuan *anaerobic* yaitu Sig. 0.860 > 0.05, yang berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kemampuan *anaerobic* antara atlet kata dan kumite. Hasil menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kemampuan *aerobic* dan *anaerobic* antara atlet kata dan kumite.

PEMBAHASAN

Meninjau dari hasil penelitian menunjukkan bahwa masing-masing dari kategori kata maupun kumite mempunyai daya tahan *aerobic* yang sama untuk mengatasi kelelahan dan kembali pulih saat mengikuti pertandingan-pertandingan berikutnya. Sesuai dengan penelitian Koropanovski et al. (2011) yaitu kemampuan *aerobic* pada atlet kata dan kumite pria yang menggunakan instrument *20 m shuttle run test* menghasilkan *P-value* 0.42 artinya tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara dua kelompok mengenai daya tahan *aerobic* (SR). Hasil ini sesuai pada penelitian yang telah dilakukan peneliti yang membuktikan bahwa kapasitas *aerobic* dari masing – masing kategori sama.

Namun perlu diketahui bahwa pada gambar 3 atlet kumite memiliki kemampuan rata – rata *aerobic* lebih baik dibandingkan atlet kata, ini disebabkan oleh gerakan dari kumite itu sendiri yang memiliki gerakan kompleks dimana atlet dituntut untuk terus siaga terhadap perlawanan musuh dan selalu mencari celah untuk bisa menyerang musuh sehingga mendapatkan point. Sebagaimana penelitian Beneke et al. (2004) dengan mengetes 10 pria atlet karate peringkat nasional dan internasional menggunakan *portable spirometric* didapatkan hasil yaitu pengambilan oksigen (VO_2) per pertarungan adalah 165.3 (52.4) ml kg^{-1} .



Gambar 3. Hasil Rata – Rata *Aerobic*

Rata – rata laktat darah (BCL) pasca pertarungan adalah 7.7 (1.9) mmol l^{-1} yang berarti menunjukkan tingkat metabolisme yang tinggi pada karate kumite. Profil aktivitas asiklik menyiratkan bahwa metabolisme

aerobic adalah sumber energi utama dan ada suplementasi *anaerobic*, terutama oleh fosfat berenergi tinggi. Ini berarti dalam melakukan pertandingan kumite energi yang lebih dominan digunakan atlet yaitu adalah metabolisme *aerobic*.

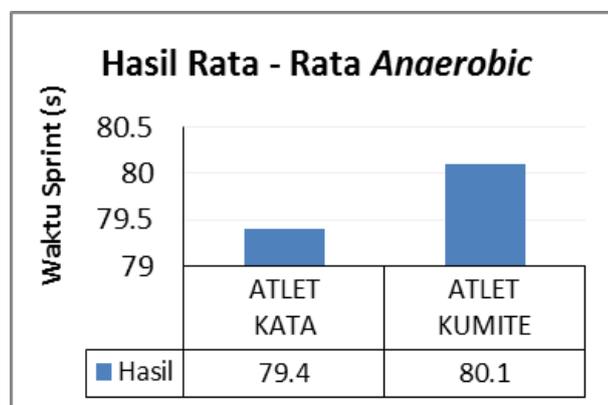
Melihat hasil dari rata – rata *aerobic* kumite lebih baik dibandingkan kata jika disandingkan dengan penelitian tentang atlet taekwondo dan silat oleh Ooi (2018) yang menyatakan bahwa pada kelompok taekwondo wanita yang berjumlah 12 orang memiliki rata – rata kapasitas *aerobic* yaitu 24.8 ml/kg/min sedangkan kelompok silat wanita dengan jumlah 12 orang yaitu 21.3 ml/kg/min. Dengan *p* values kelompok taekwondo versus silat yaitu < 0.001 . Dapat disimpulkan bahwa $VO_2\max$ kelompok taekwondo wanita secara statistik memiliki nilai signifikan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok silat. Ini bisa dikaitkan dengan karakteristik gerakan yang digunakan saat pertandingan. Dimana gerakan dari kumite sendiri terdapat gerakan loncat – loncat kecil ke depan, belakang, kiri, kanan menyerang dan bertahan dimana gerakan tersebut juga digunakan dalam pertandingan taekwondo.

Berbeda dengan silat, pergerakan saat pertandingan jurus ataupun tarung tidak bergerak seaktif kumite dan taekwondo yang bergerak depan belakang kanan kiri melainkan berjalan pelan menggunakan kuda – kuda, menyerang dan bertahan. Hal inilah yang bisa menjadi salah satu simpulan dimana taekwondo diibaratkan sebagai kumite dan silat sebagai kata. Dengan demikian dapat disimpulkan kemampuan rata - rata *aerobic* kumite lebih baik dibandingkan kata disebabkan oleh karakteristik dari perbedaan gerakan saat pertandingan.

Untuk hasil *anaerobic* dinyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan kemampuan yang signifikan pada kemampuan *anaerobic* antara atlet kata dan kumite. Hal ini disebabkan oleh durasi waktu pada pertandingan karate dimana setiap kategori yaitu kata dan kumite memiliki durasi yang tidak jauh berbeda. Peneliti belum menemukan penelitian terdahulu yang membandingkan kemampuan *anaerobic* kata dan kumite. Namun pada penelitian yang telah dilakukan oleh Ravier & Grappe (2004)

membandingkan berdasarkan level bertanding yaitu atlet laki – laki junior karate nasional dan internasional prancis sebanyak 22 orang menggunakan *force – velocity* menghasilkan nilai yaitu dari atlet junior karate internasional 12.5 W/kg dan atlet junior nasional 10.9 W/kg. Ini berarti atlet junior karate internasional memiliki kekuatan puncak lebih tinggi dibandingkan atlet karate junior nasional. Terlihat jelas bahwa level bertanding seorang atlet menentukan kemampuan atlet tersebut.

Jika dibandingkan dengan kemampuan *anaerobic* yang dimiliki pada atlet taekwondo dan silat dalam penelitian Ooi (2018), maka pada kapasitas *anaerobic* antara kelompok taekwondo wanita dan kelompok silat wanita yang masing – masing berjumlah 12 orang yaitu p values = 0.309, yang artinya tidak ada perbedaan yang signifikan dalam kapasitas *anaerobic* antara kelompok silat dan taekwondo wanita. Ini menandakan bahwa pada kebutuhan percabornya memang tidak jauh berbeda dalam menggunakan kapasitas *anaerobic* tersebut. Namun jika meninjau kembali pada cabang olahraga karate terlihat dari gambar 4. nilai rata – rata *anaerobic* atlet kata lebih baik dibandingkan dengan atlet kumite.



Gambar 4. Hasil Rata – Rata *Anaerobic*

Atlet kata lebih baik dibandingkan dengan atlet kumite dapat dipengaruhi oleh karakteristik dari gerakan kata. Dimana rata – rata gerakan kata membutuhkan kemampuan *anaerobic* untuk menghasilkan daya ledak yang tinggi. Sebagaimana dalam penelitian oleh Bussweiler & Hartmann (2012) yang menggunakan *portable spirometric* meneliti 6 atlet karate pria terdiri dari atlet sabuk biru (berlatih selama 3 tahun) dan sabuk

hitam (berlatih selama 6 tahun) yang menghasilkan temuan yaitu saat atlet kata memainkan kata dasar yaitu Heian Nidan yang berlangsung selama 30 detik menghasilkan bahwa rata – rata 52% dari pasokan energi untuk satu Heian Nidan berasal dari metabolisme alaktid anaerob, 25% dari laktat anaerob dan 23% dari metabolisme aerob. Dapat disimpulkan bahwa pasokan energi saat memainkan kata yaitu 77% dari anaerob dan 23% dari aerob. Ini menunjukkan bahwa kebutuhan *anaerobic* atlet kata lebih tinggi dibanding kebutuhan *aerobic*nya. Sehingga membuat atlet kata memiliki kemampuan anaerobic yang baik pula.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa yang membuat rata – rata kemampuan *anaerobic* kata lebih baik dari kumite yaitu karena dari gerakannya yang sangat *full power* dan meledak – ledak disetiap gerakan demi gerakan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pada atlet kata dan kumite tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam kemampuan *aerobic*. Namun kelompok sampel atlet kumite memiliki kemampuan rata – rata *aerobic* yang lebih baik dibandingkan kelompok sampel atlet kata. Ini disebabkan oleh karakteristik gerak atlet pada saat pertandingan, dimana pertandingan kumite bergerak aktif dengan loncat – loncat kecil ke kanan, kiri, depan, belakang sambil melontarkan serangan kepada lawan dan selalu siaga untuk bertahan saat serangan lawan datang. Sedangkan kata merupakan jurus / seni yang gerakannya sudah di tentukan terlebih dahulu dan tidak langsung berhadapan dengan musuh sungguhan. Inilah yang membuat atlet kumite memerlukan kapasitas *aerobic* yang lebih dari atlet kata.

Pada atlet kata dan kumite tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam kemampuan *anaerobic*. Namun kelompok sampel atlet kata memiliki kemampuan rata – rata *anaerobic* yang lebih baik dibandingkan kelompok sampel atlet kumite. Faktor penyebabnya adalah saat memainkan kata seorang atlet dituntut untuk melakukan setiap gerakan dengan full power dan eksplosif. Sedangkan untuk gerakan

kumite saat memukul/menendang lawan hanya memakai kecepatan gerakan dengan sedikit power, karena jika saat pertandingan kumite mencederai lawan dengan gerakan yang terlalu keras akan diberi peringatan dan hukuman. Inilah yang membuat atlet kata menggunakan kapasitas *anaerobic* yang lebih dari atlet kumite.

Saran

Diharapkan pada penelitian selanjutnya bisa membandingkan bermacam - macam lintas cabang olahraga beladiri dan bisa meningkatkan lagi variabel yang lebih luas dengan menggunakan metode *experiment*. Agar penelitian ini dapat berkembang gunakan sampel yang berada pada level lebih tinggi, seperti tim nasional atau juara internasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Beneke, R., Beyer, Æ. T., Jachner, Æ. C., & Hu, Æ. M. (2004). Energetics of Karate Kumite, 518–523. <https://doi.org/10.1007/s00421-004-1073-x>
- Bompa, T., & Buzzichelli, C. A. (2015). *Periodization Training for Sports* (3rd ed.). Human Kinetics.
- Bussweiler, J., & Hartmann, U. (2012). Energetics of Basic Karate Kata, 3991–3996. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2383-z>
- Camomilla, V., Sbriccoli, P., Mario, A. Di, & Arpante, A. (2009). Comparison of Two Variants of a Kata Technique (Unsu): The Neuromechanical Point of View Comparison of Two Variants of a Kata Technique (Unsu): The Neuromechanical Point of View, (May 2014).
- Carole A Oglesby; Kim Henige; Douglas W McLaughlin; Belinda Stillwell. (2018). *Foundations of Kinesiology* (Print book). Jones & Bartlett Learning.
- Chaabene, H., Franchini, E., & Mkaouer, B. (2012). Physical and Physiological Profile of Elite Karate Athletes, (August), 0–15. <https://doi.org/10.2165/11633050-000000000-00000>
- Chaabene, H., Hachana, Y., Franchini, E., Tabben, M., Negra, Y., Hammami, M., & Chamari, K. (2015). Criterion Related Validity of Karate Specific Aerobic Test (KSAT), 6(3). <https://doi.org/10.5812/asjasm.23807>

- Federation, W. K. (2018). *Kata and Kumite Competition Rules Contents*.
- Filingeri, D., Bianco, A., Daniele, Z., & Paoli, A. (2012). Is Karate Effective in Improving Postural Control?, (October). <https://doi.org/10.12659/AOB.883521>
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to Design and Evaluate Research in Education* (8th ed.). McGraw-Hill.
- Franchini, E. (2015). *Karate Kumite : How To Optimize Performance*. (Dr. Helmi Chaabene, Ed.). OMICS Group eBooks.
- Harriss, D. J., & Atkinson, G. (2014). Ethical Standards in Sport and Exercise Science Research: 2014 Update, 1025–1028. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1055/s-0033-1358756>
- Kilani, H. A. (2014). The Effect of Aerobic vs Anaerobic Exercises on Weight Reduction, (September).
- Koropanovski, N., Berjan, B., Bozic, P. R., Pazin, N., Sanader, A., Jovanovic, S., & Jaric, S. (2011). Anthropometric and Physical Performance Profiles of Elite Karate Kumite and Kata Competitors, 30(December), 107–114. <https://doi.org/10.2478/v10078-011-0078-x>
- Mackenzie, B. (2005). *Performance Evaluation Tests 101*. (Brian Mackenzie, Ed.). London: Electric Word plc.
- Ooi, F. K. (2018). Aerobic and Anaerobic Capacities , Flexibility and Muscular Performance of Malaysian Young Female Sedentary Individuals , Silat and Taekwondo Practitioners, (October). <https://doi.org/10.14526/2070-4798-2018-13-3-90-100>
- Pallant, J. (2010). *SPSS Survival Manual* (4th ed.). Allen & Unwin Book Publishers.
- Paradis, G. P., Zacharogiannis, E., Mandila, D., & Smirtiotou, A. (2014). Multi-Stage 20-m Shuttle Run Fitness Test , Maximal Oxygen Uptake and Velocity at Maximal Oxygen Uptake, 41, 81–87. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0035>
- Patel, H., Alkhawam, H., Madanieh, R., Shah, N., Kosmas, C. E., Vittorio, T. J., ... Francis, S. (2017). Cardiovascular System, 9(2), 134–138. <https://doi.org/10.4330/wjc.v9.i2.134>
- Ravier, G., & Grappe, F. (2004). Application of Force-Velocity Cycle Ergometer Test and Vertical Jump Tests in The Functional Assessment of Karate Competitor, (December).
- Silva-santos, J. F., Pereira, L. A., & Franchini, E. (2017). Physical and Physiological Traits of a Double World Karate Champion and Responses to a Simulated Kumite Bout : A Case Study, 12(1), 138–

147. <https://doi.org/10.1177/1747954116684395>

Soykan, A., Ateş, O., Güler, M., Üniversitesi, M., Eđitimi, B., Üniversitesi, Y., & Eđitimi, B. (2011). 21 Yaş Altı Karate Elýt Kata- Kumýte Sporcularinin Bacak Kuvvetý Ýle Kata-Kumite Players Who Are Under 21 Years Old, (1), 96–100.

Vanhees, L., Lefevre, J., Philippaerts, R., & Martens, M. (2016). How to Assess Physical Activity ? How to Assess Physical Fitness ?

Wood, R. (2008). 400 Meter Run Test. Retrieved March 1, 2019, from <https://www.topendsports.com/testing/tests/400m-run.htm>