

# Efek Ergogenik pada Kafein sebagai Antagonis Reseptor Adenosin dalam Olahraga

Trisa Fadhillah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Padang  
e-mail: [trisafadhillah2002@gmail.com](mailto:trisafadhillah2002@gmail.com)

## Abstrak

Artikel ini ditulis dengan tujuan menjelaskan peranan dari efek ergogenik kafein dalam olahraga dan mekanisme dari sifat antagonis kafein terhadap reseptor adenosin dalam olahraga. Kafein adalah suatu zat yang tergolong psikoaktif dan paling banyak digunakan di dunia. Kafein dapat menjadi antagonis reseptor adenosin karena memiliki struktur yang mirip sehingga kafein menempati reseptor adenosin dan menghambat kerja adenosin itu sendiri. Oleh karena itu, kafein dikatakan memiliki efek ergogenik, dimana kafein dapat mengatasi kelelahan otot, meningkatkan kekuatan otot, daya tahan dan daya otot, yang dapat meningkatkan konduksi serat otot dan unit otot. Efek ini digunakan dalam olahraga, terutama untuk atlet yang sangat membutuhkan kekuatan lebih dalam kompetisi.

**Kata kunci:** *Efek Ergogenik, Kafein, Reseptor Adenosin*

## Abstract

This paper was written with the aim of explaining the role of caffeine's ergogenic effects in exercise and the mechanism of caffeine's antagonistic properties of adenosine receptors in exercise. Caffeine is a substance that is classified as psychoactive and is most widely used in the world. Caffeine can be an adenosine receptor antagonist because it has a similar structure so that caffeine occupies the adenosine receptor and inhibits the action of adenosine itself. Therefore, caffeine is said to have an ergogenic effect, where caffeine can overcome muscle fatigue, increase muscle strength, endurance, and muscle power, which can increase the conduction of muscle fibers and muscle units. This effect is used in sports, especially for athletes who really need more strength in the competition.

**Keywords :** *Ergogenic effect, Caffeine, Adenosine receptor*

## PENDAHULUAN

Di era ini, mengonsumsi kafein baik dalam kopi maupun teh bukan hanya untuk menikmati waktu luang atau hanya sekedar untuk obat penahan rasa kantuk

disaat pekerjaan mengharuskan untuk begadang. Saat ini, konsumsi kafein sudah menjadi kebiasaan dan bahkan sudah banyak produk yang menggunakan kafein sebagai salah satu komponen pembuatannya. Bahkan beberapa produk yang mengandung kafein merupakan produk yang sering dikonsumsi anak-anak, seperti coklat(van Dam et al., 2020) dan permen karet(Pickering & Grgic, 2019).

Seperti yang telah diketahui kafein merupakan salah satu zat psikoaktif yang sangat sering dikonsumsi di dunia(Reyes & Cornelis, 2018). Bahkan, dalam edisi khusus nutrients, "The Impact of Caffeine and Coffee on Human Health" berisikan 9 ulasan dan 10 publikasi dari penelitian terkait konsumsi kopi yang sudah menjadi kebiasaan beserta dampaknya dalam berbagai penyakit, kondisi dan sifat kinerja(Cornelis, 2019).

Secara global, konsumsi kafein yaitu sekitar 120.000 ton per tahun, dimana hal ini setara dengan konsumsi satu cangkir kopi untuk tiap manusia di planet ini. Berdasarkan data statistik, Indonesia bukan merupakan negara dengan tingkat konsumsi kafein tertinggi, tapi Indonesia merupakan negara dengan penghasil teh tertinggi. Konsumsi kafein di Indonesia kebanyakan berasal dari teh, yaitu berkisar 75% dibandingkan dengan konsumsi kopi.(Latosińska & Latosińska, 2017).

Sebagai zat psikoaktif, kafein tentu memiliki efek tersendiri terhadap tubuh manusia, baik dalam segi manfaat, merusak atau bahkan membunuh. Pada orang dewasa mengkonsumsi kafein dalam kadar yang tepat dinilai memiliki manfaat bagi berbagai macam penyakit. Pada orang dewasa mengkonsumsi kafein memiliki efek yang baik pada penyakit saraf (seperti, Parkinson dan Alzheimer), penyakit kardiovaskular, kanker, penyakit liver, dan diabetes type 2. (Qian et al., 2020). Tetapi dibalik efek ini juga ada berbagai macam efek buruk yang dapat merusak tubuh seperti, gangguan kecemasan, kegelisahan, kegugupan, dysphoria, insomnia, dan gangguan dalam bicara(van Dam et al., 2020). Efek-efek tersebut tidak selalu dapat terjadi pada tiap manusia, karena ada beberapa faktor yang harus diperhatikan seperti usia, jenis kelamin, genotip, kebiasaan, dan olahraga (Pickering & Grgic, 2019).

Minum kafein sebelum melakukan olahraga dinilai dapat meningkatkan semangat dalam olahraga(CNN, 2015). Selain itu, dikutip dari DBL.ID, konsumsi kafein dapat meningkatkan performa seorang atlet. Beberapa artikel juga mengatakan bahwa mengkonsumsi kafein memiliki efek ergogenik, dimana efek tersebut muncul dikarenakan kafein menjadi antagonis reseptor dari adenosine(Pickering & Grgic, 2019)(Miladiyah et al., 2017)(Davis et al., 2003). Hal ini menimbulkan pertanyaan terkait hubungan mengkonsumsi kafein, efek ergogenik, antagonis reseptor adenosine dan olahraga. Sehingga dari latar belakang tersebut akan dijelaskan bagaimana peranan dari efek ergogenik kafein dalam olahraga dan mekanisme dari sifat antagonis kafein terhadap reseptor adenosin.

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi pustaka (*literature review*) untuk mengkaji literatur yang relevan dengan penjelasan terkait efek ergogenik pada kafein

sebagai antagonis reseptor adenosin dalam olahraga. Pencarian literatur dilakukan dengan menggunakan kata kunci seperti efek ergogenik, kafein, reseptor adenosin, dan antagonis reseptor adenosin. Data didapatkan melalui jurnal dan buku yang telah terindeks. Teknik analisis yang digunakan adalah dengan mengambil hal-hal yang berkaitan dengan topik yang dibahas.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Mekanisme Efek Ergogenik Kafein sebagai Antagonis Reseptor Adenosin**

Kafein dan adenosin memiliki struktur yang mirip sehingga kafein mampu mengikat, memblokir and menghalangi efek dari adenosin sendiri. Karena hal tersebut kafein dikatakan memusuhi efek dari kafein. (van Dam et al., 2020) Pada adenosin, adenosin akan terakumulasi ketika adenosin triphospat digunakan untuk menghasilkan energi selama terbangun yang akan menyebabkan rasa kantuk(van Dam et al., 2020). Skema jalur metabolisme utama intra dan ekstraseluler adenosin. Adenosin dibentuk dari AMP(Adenosine monophosphate) secara intraseluler oleh enzim ATP-ase, ADP-ase dan 5'-nukleotidase dan secara ekstraseluler oleh masing-masing eksoenzim. Adenosin kinase mengubah adenosin menjadi AMP, sedangkan adenosin deaminase mengubahnya menjadi inosin. Enzim ketiga yang memetabolisme adenosin adalah S adenosylhomocysteine hydrolase, yang mengubah adenosin menjadi S-adenosylhomocysteine (SAH). Konsentrasi adenosin antara ruang intra dan ekstraseluler diseimbangkan oleh transporter nukleosida. Efek adenosin pada sel dimediasi melalui reseptor spesifik(Porkka-Heiskanen et al., 2002).

Studi terkait efek ergogenik kafein menunjukkan bahwa kafein dapat meningkatkan kekuatan otot ketika berolahraga dan mengatasi kelelahan otot (Miladiyah et al., 2017), Kelelahan otot merupakan kondisi yang ditandai dengan gangguan kontraksi otot akibat penurunan ATP (adenosine triphosphate) dan peningkatan asam laktat dalam darah. Situasi ini disertai dengan peningkatan ketidaknyamanan yang disebabkan oleh beban berlebihan dan penurunan kekuatan dalam jangka waktu yang lama, ketika otot kehilangan kemampuannya untuk merespons rangsangan (Miladiyah et al., 2017)

Pada dasarnya, ada penjelasan berbeda untuk mekanisme di balik efek peningkatan kinerja oleh kafein. Dalam (Miladiyah et al., 2017) mengemukakan bahwa peningkatan kekuatan otot kemungkinan disebabkan oleh peningkatan afinitas miofilamen terhadap ion kalsium ( $Ca^{2+}$ ) dan pelepasan ion  $Ca^{2+}$  yang meningkat dari retikulum sarkoplasma. Tetapi, disisi lain penelitian ini juga menyebutkan bahwa kafein dapat mengakibatkan inhibisi reseptor adenosin perifer sehingga asam lemak bebas meningkat dan akan mencegah pemecahan glikogen otot.

Selain itu, pada penjelasan sebelumnya telah dijelaskan bahwa kafein dan adenosin mempunyai struktur yang mirip dan membuat kafein mampu menggantikan bahkan memblokir adenosin sehingga kafein dikatakan sebagai antagonis reseptor adenosin(van Dam et al., 2020). Sifat antagonis reseptor ini dapat diartikan sebagai sifat dimana kafein akan menurunkan atau menunda efek dari adenosine. Hal ini juga

akan dapat melemahkan peningkatan rasi 5 HT/DA di otak yang diduga berperan dalam kelelahan sentral. Hal ini didukung dengan suatu penelitian bahwa kafein intracereventikular meningkatkan waktu lari hingga kelelahan(Davis et al., 2003).

Struktur kafein dan adenosin yang serupa yang menjadikan kafein akan menempati reseptor adenosin sehingga adenosin yang tadinya akan memberikan sinyal istirahat akan di blok efeknya oleh kafein. Maka hal ini akan meningkatkan glikogen otot dan akan menimbulkan sifat sebagai glycogen sparing atau sifat menghemat penggunaan glikogen oleh tubuh serta menghambat glikogenolisis saat kontraksi otot rangka atau dapat dikatakan bahwa kafein memungkinkan dalam mempengaruhi metabolisme karbohidrat(Davis et al., 2003)(Miladiyah et al., 2017)(Fredholm, 1995).

### **Efek Ergogenik Kafein dalam Olahraga**

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Olahraga (o.lah.ra.ga) adalah suatu kegiatan yang memerlukan keterampilan, ketangkasan atau tenaga, yang dilakukan untuk memperkuat tubuh agar tetap sehat, atau sebagai ajang permainan, perlombaan, dan lain-lain. (KBBI, 2016). Hal itu berarti dalam olahraga daya tahan tubuh menjadi suatu hal yang sangat penting apalagi pada para atlet. Untuk menghadapi kelelahan ekstrim dan persiapan latihan, para atlet terutama ketika memasuki musim pertandingan akan berusaha untuk menangkalnya. Cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal itu adalah dengan mengkonsumsi makanan yang seimbang. (Pickering & Grgic, 2019) mengatakan bahwa makanan yang dapat memenuhi syarat untuk dikonsumsi para atlet adalah makanan yang tinggi karbohidrat dan rendah gula, rendah protein dan lemak dan lainnya.

Salah satu jenis zat yang dapat dikonsumsi untuk membantu para atlet adalah golongan methylxanthine, dimana zat ini tidak dilarang penggunaannya oleh International Olympic Committee(IOC). Turunan dari zat ini yang dapat dikonsumsi adalah kafein, teofilin dan teobromin yang juga merupakan jenis alkaloid tumbuhan(Miladiyah et al., 2017). Walaupun mempunyai beberapa derivat, kafein merupakan salah satu zat golongan methylxanthine yang paling mudah didapatkan dalam produk makanan ataupun minuman.

Dalam beberapa penelitian, kafein dikonsumsi dalam bentuk anhidratnya. Namun, para atlet mengkonsumsinya melalui berbagai macam jenis, seperti kopi, minuman energi, semprotan hidung dan permen karet. Tetapi dalam cara penggunaannya beberapa atlet hanya membilasnya disekitar mulut dan tidak dicerna. Dari keseluruhan produk itu, kopi telah terbukti ergogenic, namun dalam artikel yang berbeda, senyawa dalam kafein dapat mengurangi efek ergogenic kafein(Pickering & Grgic, 2019)

Kafein yang memiliki fungsi dalam membeikan efek ergogenic dalam olahraga. Efek utama kafein dalam tubuh ketika olahraga adalah meningkatkan kekuatan otot, daya tahan otot dan kinerja kekuatan yang berpotensi untuk meningkatkan kecepatan konduksi serat otot dan perekrutan unit otot. Namun, dikarenakan kafein mampu

menyebabkan gangguan kecemasan penggunaan kafein sesaat sebelum perlombaan kurang direkomendasikan(Pickering & Grgic, 2019).

Walaupun memiliki efek ergogenic dan dinilai menjanjikan bagi para atlet, mengkonsumsi kafein tetap saja memiliki efek samping nya tersendiri(O'callaghan et al., 2018). Penggunaan kafein tidak dapat mengimbangi penurunan kinerja setelah kurang tidur jangka panjang(van Dam et al., 2020). Sehingga, walaupun kafein dapat mengatasi kelelahan otot ketika olahraga efek setelahnya masih perlu untuk diperhatikan.

## SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa kafein dapat menjadi antagonis reseptor adenosin karena memiliki struktur yang serupa satu sama lain, sehingga kafein akan menempati reseptor dari adenosin dan akan memblokir efek dari adenosin itu sendiri. Dikarenakan hal tersebut kafein dikatakan memiliki efek ergogenic dimana kafein mampu mengatasi kelelahan otot, meningkatkan kekuatan otot, daya tahan otot dan kinerja kekuatan yang berpotensi untuk meningkatkan kecepatan konduksi serat otot dan perekrutan unit otot. Efek-efek tersebut dimanfaatkan dalam bidang olahraga terutama pada para atlet yang memang membutuhkan kekuatan lebih selama perlombaan. Namun, efek setelah konsumsi kafein perlu diperhatikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- CNN. (2015, September 18). No Title. *CNN Indonesia*.
- Cornelis, M. C. (2019). The impact of caffeine and coffee on human health. *Nutrients*, 11(2), 11–14. <https://doi.org/10.3390/nu11020416>
- Curran, C. P., & Marczinski, C. A. (2017). Taurine, caffeine, and energy drinks: Reviewing the risks to the adolescent brain. *Birth Defects Research*, 109(20), 1640–1648. <https://doi.org/10.1002/bdr2.1177>
- Davis, J. M., Zhao, Z., Stock, H. S., Mehl, K. A., Buggy, J., & Hand, G. A. (2003). Central nervous system effects of caffeine and adenosine on fatigue. *American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology*, 284(2 53-2), 399–404. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00386.2002>
- Depaula, J., & Farah, A. (2019). Caffeine consumption through coffee: Content in the beverage, metabolism, health benefits and risks. *Beverages*, 5(2). <https://doi.org/10.3390/beverages5020037>
- Fredholm, B. B. (1995). Adenosine, Adenosine Receptors and the Actions of Caffeine. *Pharmacology & Toxicology*, 76(2), 93–101. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0773.1995.tb00111.x>
- Halász, P. (2006). The role of micro-arousals in the regulation of sleep. *Ideggyógyászati Szemle*, 59(7–8), 252–260.
- Jahrami, H., Al-mutarid, M., Penson, P. E., Faris, M. A., Saif, Z., & Hammad, L. (2020). and Mental Health Status among University Students. *Mdpi*, 1–12.
- KBBI. (2016). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Badan Pengembangan Dan Pembinaan Bahasa. <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/Olahraga>

- Latosińska, M., & Latosińska, J. N. (2017). Introductory Chapter: Caffeine, a Major Component of Nectar of the Gods and Favourite Beverage of Kings, Popes, Artists and Revolutionists, a Drug or a Poison? In *The Question of Caffeine*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.69693>
- Miladiyah, I., Trunogati, P., & Lestariana, W. (2017). Perbandingan Efektivitas Teofilin (1,3-Dimethylxanthine) dan Kafein (1,3,7-Trimethylxanthine) dalam Menunda Kelelahan Otak pada Tikus. *Mutiara Medika: Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan*, 17(2). <https://doi.org/10.18196/mm.170203>
- O'callaghan, F., Muurlink, O., & Reid, N. (2018). Effects of caffeine on sleep quality and daytime functioning. *Risk Management and Healthcare Policy*, 11, 263–271. <https://doi.org/10.2147/RMHP.S156404>
- Pickering, C., & Grgic, J. (2019). Caffeine and Exercise: What Next? *Sports Medicine*, 49(7), 1007–1030. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01101-0>
- Porkka-Heiskanen, T., Alanko, L., Kalinchuk, A., & Stenberg, D. (2002). Adenosine and sleep. *Sleep Medicine Reviews*, 6(4), 321–332. <https://doi.org/10.1053/smr.2001.0201>
- Qian, J., Chen, Q., Ward, S. M., Duan, E., & Zhang, Y. (2020). Impacts of Caffeine during Pregnancy. *Trends in Endocrinology and Metabolism*, 31(3), 218–227. <https://doi.org/10.1016/j.tem.2019.11.004>
- Renda, G., & Caterina, R. De. (2020). *Caffeine*. 335–340. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804572-5.00045-8>
- Reyes, C. M., & Cornelis, M. C. (2018). Caffeine in the diet: Country-level consumption and guidelines. *Nutrients*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/nu10111772>
- Tabrizi, R., Saneei, P., Lankarani, K. B., Akbari, M., Kollahdoz, F., Esmailzadeh, A., Nadi-Ravandi, S., Mazoochi, M., & Asemi, Z. (2019). The effects of caffeine intake on weight loss: a systematic review and dose-response meta-analysis of randomized controlled trials. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(16), 2688–2696. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1507996>
- van Dam, R. M., Hu, F. B., & Willett, W. C. (2020). Coffee, Caffeine, and Health. *New England Journal of Medicine*, 383(4), 369–378. <https://doi.org/10.1056/nejmra1816604>
- Vázquez, J. C., Martín de la Torre, O., López Palomé, J., & Redolar-Ripoll, D. (2022). Effects of Caffeine Consumption on Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) Treatment: A Systematic Review of Animal Studies. *Nutrients*, 14(4). <https://doi.org/10.3390/nu14040739>
- Verster, J. C., & Koenig, J. (2018). Caffeine intake and its sources: A review of national representative studies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(8), 1250–1259. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1247252>
- Watson, E. J., Banks, S., Coates, A. M., & Kohler, M. J. (2017). The relationship between caffeine, sleep, and behavior in children. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 13(4), 533–543. <https://doi.org/10.5664/jcsm.6536>