

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Telaah Pustaka**

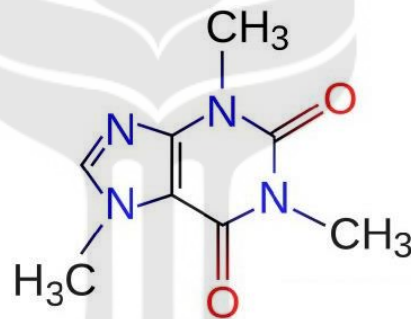
##### **2.1.1. Kafein**

Kafein termasuk dalam golongan stimulan dan dapat meningkatkan kinerja tubuh. Kafein (1,3,7-trimethylxanthin) terbentuk ketika senyawa xanthin tersubstitusi pada tiga kelompok metil (ilustrasi pada gambar 2.1). Dalam satu jam kafein dapat mencapai puncak konsentrasi dalam sirkulasi. Absorpsi kafein dari saluran pencernaan ke aliran darah adalah sangat cepat dan mencapai 99% pada manusia yaitu sekitar 45 menit setelah diingesti dengan efeknya bermula dalam satu jam dan bertahan selama 3 hingga 4 jam. Kafein yang diabsorpsi akan didistribusi ke seluruh tubuh. Zat ini dapat melewati sawar otak, plasenta ke cairan amnion dan fetus, dan ke susu ibu. Kafein juga pernah dideteksi di dalam semen. Konsentrasi plasma memuncak setelah 40 hingga 60 menit dengan waktu paruh kira-kira 6 jam (3 sampai 7 jam) pada dewasa sehat. Bagaimanapun, waktu paruhnya berkurang pada individu yang merokok dan meningkat sehingga 2 kali lipat pada wanita hamil atau yang menggunakan kontrasepsi oral dalam jangka waktu panjang (Zakir dan Hassan, 2013).

Pada penelitian yang sudah dilakukan oleh Kovacs et al. didapatkan bahwa dalam uji waktu bersepeda, orang-orang dapat menyelesaikan uji bersepeda secara signifikan lebih cepat setelah konsumsi kafein (Kovacs dan Stergen dan Bround, 1998), pada lomba kayuhan perahu dengan jarak lebih dari 2.000 meter, waktu yang dibutuhkan berkurang 1,2 persen setelah konsumsi kafein (Bruce, 2000). Dalam kedua percobaan ini, peningkatan kinerja dicatat pada konsentrasi kafein di bawah batas kadar yang diizinkan oleh International Olympic Committee (IOC) yaitu 12 mcg per mL dalam urin. Efek samping pada penggunaan kafein diantaranya kecemasan, ketergantungan, dan penarikan dari efek sistem saraf pusat (Jenkinson dan Harbert, 2008).

Kafein merupakan antagonis reseptor adenosin di otak yang berfungsi melindungi otak dengan menekan aktivitas saraf, Apabila kadar adenosin

meningkat maka akan menyebabkan respons mengantuk. Kafein bekerja di dalam tubuh dengan mengambil alih reseptor adenosin dalam sel saraf yang akan memacu produksi hormon adrenalin dan menyebabkan peningkatan tekanan darah, sekresi asam lambung, dan aktifitas otot, serta perangsangan hati untuk melepaskan senyawa gula pada aliran darah untuk menghasilkan energi ekstra. Akibatnya tubuh akan terasa fit dan rasa kantuk pun hilang. Kafein bersifat ergogenik selama latihan melalui efek langsung pada susunan saraf pusat melalui efek secara langsung pada otot rangka dengan meningkatkan transport ion calcium dan enzim regulator yang mengatur pemecahan glikogen serta metabolik dengan meningkatkan pemecahan lemak yang digunakan sebagai pengganti energi dengan cara menghambat pemecahan dari glikogen (Meeusen dan Roelands dan Spriet, 2013).

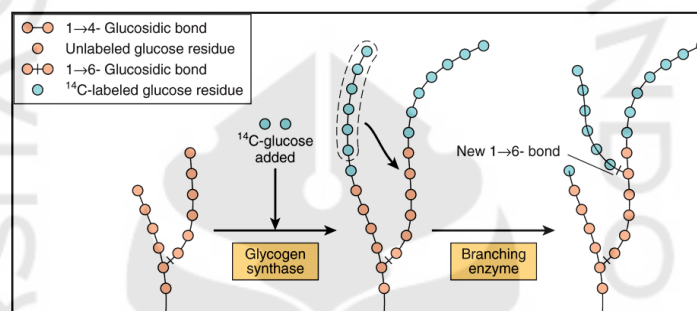


Gambar 2.1 Rantai kimia dari kafein (*1,3,7-trimethylxanthine*)(Zakir dan Hasan, 2013)

### 2.1.2. Glikogen

Glikogen adalah simpanan karbohidrat di dalam hepar dan otot. Glikogen merupakan polimer polisakarida besar yang terbentuk dari glukosa pada proses glukogenesis yang dikatalis oleh enzim glikogen sintase. Bentuknya tidak beraturan, terbentuk dari ratusan hingga 30.000 molekul glukosa yang saling berikatan seperti rantai pada sosis dengan cabang untuk bergabung dengan unit glukosa lain seperti pada gambar 2.2. Struktur yang solid ini memproduksi granula glikogen padat dalam sel dengan variasi komposisi, lokasi subseluler, dan regulasi metabolisme serta responsifitas. Glikosom inilah yang

mengandung glikogen dan protein. Untuk meningkatkan kinerja ketahanan, penggunaan efektif glikogen yang disimpan di otot dan hati telah diteliti. Sayangnya, kapasitas penyimpanan glikogen dalam tubuh terbatas. Sudah diketahui bahwa jumlah glikogen yang tersimpan sekitar 400 g pada 80 kg pria sehat. Oleh karena itu, penyebab utama kelelahan selama latihan ketahanan berkepanjangan adalah hipoglikemia dan penurunan kadar glikogen dalam tubuh. Peningkatan penggunaan asam lemak selama latihan tersebut mengurangi tingkat penurunan glikogen dan meningkatkan kinerja latihan ketahanan ( Katch, F. I., Katch, V. L. dan McArdle, W. D, 2010).



Gambar 2.2 Rantai glikogen( Katch, F. I., Katch, V. L. dan McArdle, W. D, 2010).

### 2.1.3. Konsumsi kafein dalam *exercise*

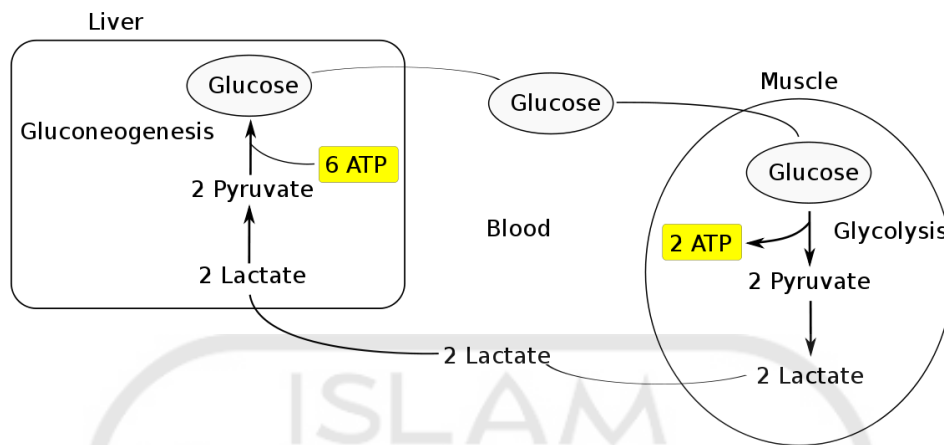
Sudah diketahui bahwa konsumsi kafein dapat menghemat glikogen dengan cara meningkatkan metabolisme lemak dengan mengubah hormon lipolitik dan kapasitas oksidatif lemak dalam otot rangka. Oleh sebab itu konsumsi kafein sebelum berolahraga meningkatkan mobilisasi asam lemak yang digunakan sebagai sumber energi utama selama latihan ketahanan di bawah 60% Volume Maksimal Oksigen (VO<sub>2</sub>max). Kafein juga diketahui meningkatkan aktivitas hormon sensitive lipase (HSL) untuk meningkatkan mobilisasi lemak dari otot rangka dan jaringan adiposa, yang menghasilkan peningkatan asam lemak bebas dalam aliran darah. Sekresi epinefrin endogen meningkat dengan olahraga dan pelepasan hormon ini selama latihan dapat ditambah oleh banyak faktor termasuk konsumsi kafein. Oleh karena itu, konsumsi kafein sebelum latihan ketahanan telah diteliti sebagai bantuan ergogenik oleh banyak peneliti. Mereka melaporkan secara konsisten bahwa

kafein dapat meningkatkan durasi waktu latihan (ketahanan tubuh) dan menunda kelelahan (Ryu, 2001).

Mekanisme pemulihan laktat dari darah dan otot sangat dipengaruhi oleh aktivitas yang dilakukan setelah aktivitas maksimalnya. Kecepatan pengeluaran laktat akan mempengaruhi proses metabolisme berikutnya, sehingga laktat dapat segera dimetabolisme kembali membentuk energi melalui siklus krebs. Pemulihan laktat yang penting adalah meningkatkan aliran darah, meningkatkan cardiac output, meningkatkan transport laktat, sehingga cepat membentuk energi kembali (Widiyanto, 2007) Efek fisiologis kafein yang beraneka ragam mungkin disebabkan oleh tiga mekanisme kerjanya yaitu mobilisasi kalsium intrasellular, peningkatan akumulasi nukleotida siklik karena hambatan phosphodiesterase, dan antagonisme reseptor adenosine (Nehlig, 2010).

Kafein memberikan efek dengan cara menghambat aktivitas adenosin, neurotransmitter yang mempengaruhi hampir seluruh sistem dalam tubuh. Salah satu fungsi adenosin adalah membuat kita lelah atau mengantuk. Sehingga itu kafein membantu kita menghambat kelelahan dengan cara menghambat penyerapan adenosin (Weinberg dan Bealer, 2002).

Kafein mempengaruhi mekanisme keluarnya laktat dari otot ke darah, meningkatnya aliran darah, ambilan laktat oleh hati, jantung, dan otot rangka sehingga laktat dapat di metabolisme kembali membentuk energi melalui siklus krebs (Widiyanto, 2007). Laktat melalui aliran darah masuk ke hati. Di dalam hati, laktat akan diubah kembali menjadi glukosa. Glukosa kembali masuk ke dalam darah yang selanjutnya akan digunakan di dalam otot. Di dalam otot, glukosa diubah kembali menjadi glikogen. Hal tersebut dikenal dengan siklus asam laktat atau siklus Corry (Litwack, 2003).



Gambar 2.3 Siklus Corry (Litwack,2003)

#### 2.1.4 Tikus wistar

Tikus wistar (*Rattus norvegicus*) merupakan tikus putih yang dikembangkan oleh Institut Wistar yang digunakan untuk biologi dan penelitian medis. Tikus wistar memiliki ciri kepala lebar dan ekor yang pendek. Hewan jenis ini memiliki keunggulan diantaranya pemeliharaan dan penanganan mudah rendah serta kemampuan reproduksi tinggi (Wolfensohn dan Lloyd, 2013).

### 2.1.5 Dosis Pemberian Kafein

Menurut Spriet (2014), pada pengujian terhadap manusia dengan dosis satuan 0, 3, 6, dan 9 mg/kgBB didapatkan hasil bahwa pemberian kafein dengan dosis 3-6 mg/kgBB mencapai titik maksimal performa pada manusia sedangkan pada pemberian dosis 9 mg/KgBB performa menurun dengan dilihat dari berapa lama kemampuan untuk mengayuh sepeda pada penelitian tersebut. Dosis ini dikonversi pada tikus wistar dengan asumsi berat rata-rata tikus 0,2 kg dan berat badan manusia merujuk pada referensi yaitu 70 kg dengan melihat tabel 2

Tabel 2. Tabel Konversi dosis hewan dan manusia

Diketahui Dicari	Mencit 20 g	Tikus 200 g	Marmut 400 g	Kelinci 1,5 kg	Kucing 1,5 kg	Kera 4 kg	Anjing 12 kg	Manusia 70 kg
Mencit 20 g	1,0	7,0	12,23	27,8	29,7	64,1	124,2	387,9
Tikus 200 g	0,14	1,0	1,74	3,9	4,2	9,2	17,8	56,0
Marmut 400 g	0,08	0,57	1,0	2,25	2,4	5,2	10,2	31,5
Kelinci 1,5 kg	0,04	0,25	0,44	1,0	1,08	2,4	4,5	14,2
Kucing 1,5 kg	0,03	0,23	0,41	0,92	1,0	2,2	4,1	13,0
Kera 4 kg	0,016	0,11	0,19	0,42	0,43	0,1	1,9	6,1
Anjing 12 kg	0,008	0,06	0,1	0,22	1,24	0,52	1,0	3,1
Manusia 70 kg	0,0026	0,018	0,031	0,07	0,076	0,16	0,32	1,0

Dosis optimal untuk manusia 6 mg maka diubah ke dalam dosis tikus dengan cara berikut :

$$6 \text{ mg} \times 70 \text{ kgBB} = 420 \text{ mg}$$

$$420 \text{ mg} \times 0.018 = 7.56 \text{ mg untuk tikus 200 g}$$

Dosis maksimal untuk manusia 9 mg maka diubah ke dalam dosis tikus dengan cara berikut :

$$9 \text{ mg} \times 70 \text{ kgBB} = 630 \text{ mg}$$

$$630 \text{ mg} \times 0.018 = 11.34 \text{ mg untuk tikus 200 g}$$

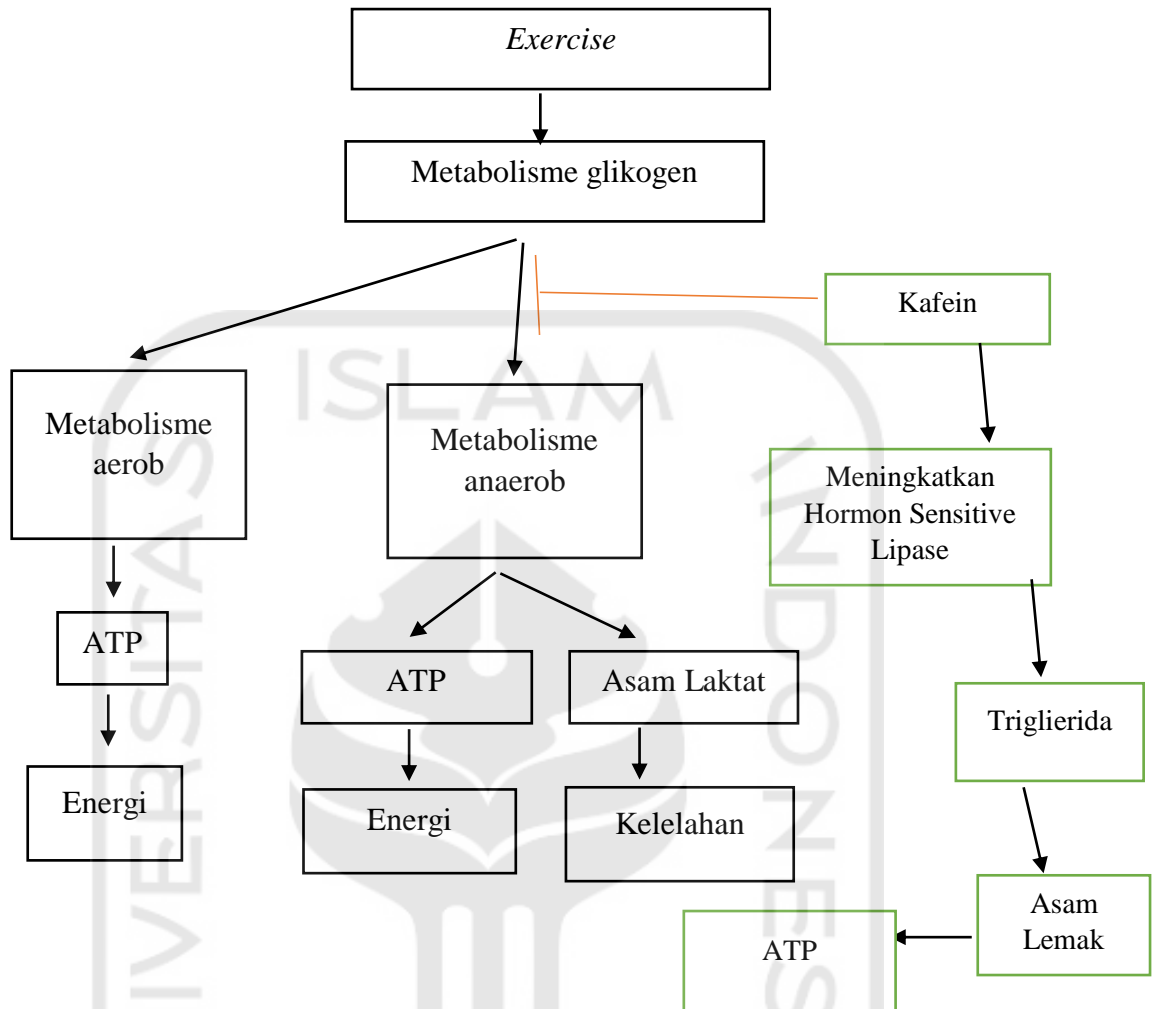
(Hakim,2002).

### 2.1.6 Asam Laktat

Asam laktat adalah produk ikutan dari proses glikolisis anaerob. Hampir 80% laktat yang dihasilkan pada glikolisis anaerob ini dibawa keluar otot menuju sirkulasi darah. Proses glikolisis anaerob terjadi pada saat otot membutuhkan energi dalam waktu cepat dengan jumlah tertentu sedangkan pasokan oksigen kurang, seperti yang terjadi pada seseorang yang berolahraga dengan intensitas tinggi. Pada kondisi pasokan oksigen kurang ini, reoksidasi terhadap *Nikotinamida Adenosin Dinukleotida Hidrogen* (NADH) yang terbentuk dari *Nikotinamida Adenosin Dinukleotida* (NAD<sup>+</sup>) saat glikolisis akan terganggu. Dalam keadaan ini, NADH direoksidasi melalui terangkaian dengan proses reduksi piruvat menjadi laktat melalui jalur anaerob dengan menambahkan dua atom hidrogen untuk membentuk asam laktat (Tortora dan Derrickson , 2012).

Hasil akhir dari metabolisme tubuh secara anaerob adalah asam laktat , Pada Keadaan tubuh dengan penurunan transport oksigen yang berat, terjadi peningkatan kompensasi ambilan oksigen untuk menyokong metabolisme aerob. Oleh karena itu, sel harus bekerja secara anaerob untuk menghasilkan ATP, yang mengakibatkan pembentukan asam laktat dan H<sup>+</sup>. Timbunan asam laktat ini yang akan membuat keadaan tubuh menjadi kelelahan ( Katch, F. I., Katch, V. L. dan McArdle, W. D, 2010).

## 2.2 Kerangka Teori



Gambar 2.4 skema kerangka teori penelitian

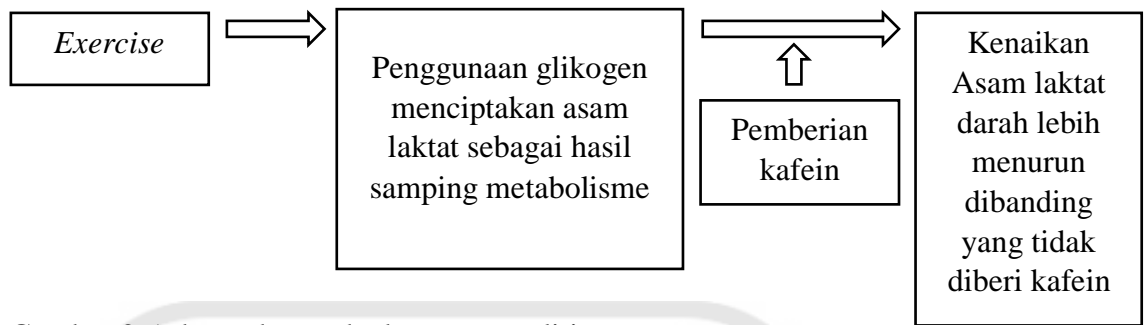
Keterangan:

→ : menyebabkan

—| : menghambat



### 2.3 Kerangka Konsep



Gambar 2.5 skema kerangka konsep penelitian.

### 2.4. Hipotesis

Terdapat penurunan produksi asam laktat darah tikus setelah pemberian kafein dibanding dengan yang tidak diberi kafein.