



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGARUH PAJANAN MUSIK *ROCK* TERHADAP
PERUBAHAN BERAT BADAN TIKUS GALUR WISTAR**

SKRIPSI

**HENDY KRISTYANTO
0105000859**

**FAKULTAS KEDOKTERAN
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER UMUM
JAKARTA
JULI 2009**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGARUH PAJANAN MUSIK *ROCK* TERHADAP
PERUBAHAN BERAT BADAN TIKUS GALUR WISTAR**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana kedokteran

**HENDY KRISTYANTO
0105000859**

**FAKULTAS KEDOKTERAN
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER UMUM
JAKARTA
JULI 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Hendy Kristyanto

NPM : 0105000859

Tanda tangan :

Tanggal : 2 Juli 2009

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Hendy Kristyanto
NPM : 0105000859
Program Studi : Pendidikan Dokter Umum
Judul Skripsi : Pengaruh Pajanan Musik *Rock* terhadap Berat
Badan Tikus Galur Wistar

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Pendidikan Dokter Umum, Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : dr. Nurhadi Ibrahim, PhD ()

Penguji : Beti Ernawati Dewi, SSi, PhD ()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 2 Juli 2009

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas kasih dan karunia-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Kedokteran Program Pendidikan Dokter Umum pada Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. dr. Nurhadi Ibrahim, PhD, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran dalam mengarahkan proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini.
2. Tim modul riset FKUI yang telah mengajarkan segala sesuatunya mengenai penelitian serta memudahkan berjalannya penelitian.
3. PPKM FKUI yang telah mendanai penelitian.
4. Staf Pusat Penelitian dan Pengembangan Biomedis dan Farmasi yang telah sangat membantu pelaksanaan penelitian.
5. Orang tua, keluarga, dan sahabat saya yang telah memberikan bantuan dukungan moral dan material; dan
6. Pihak-pihak lain yang tak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu jalannya penelitian hingga penyusunan skripsi.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Pengasih berkenan membalas segala kebaikan dan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 2 Juli 2009

Hendy Kristyanto

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hendy Kristyanto
NPM : 0105000859
Program Studi : Pendidikan Dokter Umum
Fakultas : Kedokteran
Jenis karya : Skripsi

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: "Pengaruh Pajanan Musik *Rock* terhadap Berat Badan Tikus Galur Wistar" beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada Tanggal : 2 Juli 2009
Yang menyatakan

(Hendy Kristyanto)

ABSTRAK

Nama : Hendy Kristyanto
Program Studi : Pendidikan Dokter Umum
Judul : Pengaruh Pajanan Musik *Rock* terhadap Perubahan Berat Badan Tikus Galur Wistar

Musik dapat memodulasi emosi melalui pengeluaran neurohormon. Modulasi ini berakibat pada perubahan masukan dan penggunaan energi sehingga berpengaruh terhadap berat badan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya pengaruh pajanan musik *rock* terhadap berat badan tikus galur Wistar. Kelompok variabel diberi pajanan musik *rock* selama empat jam dalam 15 hari. Tiap tiga hari berat badan tikus ditimbang. Data tersebut dianalisis menggunakan uji t tidak berpasangan. Didapatkan bahwa pajanan musik *rock* secara signifikan meningkatkan berat badan tikus ($P=0,028$). Pajanan musik *rock* selama empat jam dalam 15 hari meningkatkan berat badan tikus galur Wistar.

Kata Kunci:
musik rock, berat badan, tikus

ABSTRACT

Name : Hendy Kristyanto
Study Program: General Practitioner Education
Title : The Influence of Rock Music on Wistar Rat's Body Weight

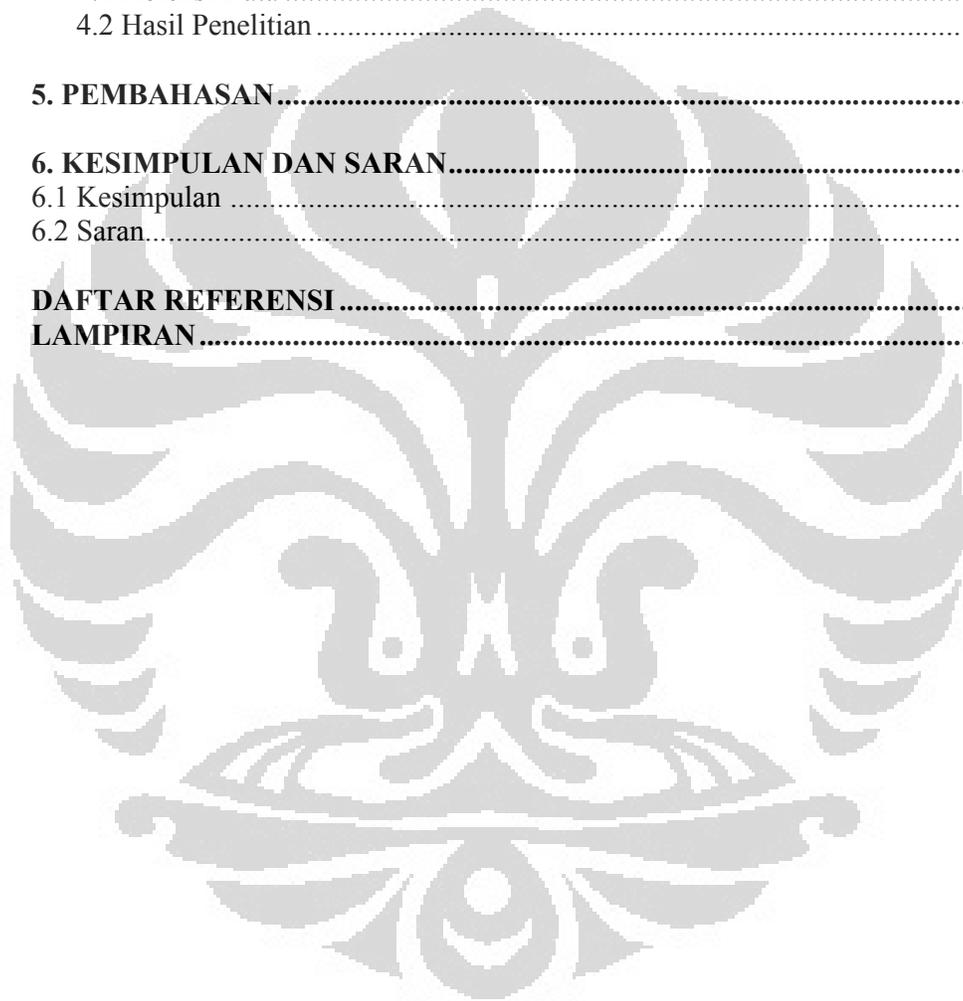
Music can modulate emotion through neurohormones secretion. This modulation affects energy input and output, and thus body weight. This research aimed to know whether rock music influenced rats' body weight. The variable group was exposed to rock music for four hours in 15 consecutive days. Every three days, rats' body weight was measured. The data were analyzed using unpaired-t test. This study resulted in that rock music significantly increase rats' body weight ($P=0.028$). Rock music exposure to Wistar-strained rats for four hours in 15 consecutive days resulted in the increase of their body weight.

Keywords:
rock music, body weight, rat

DAFTAR ISI

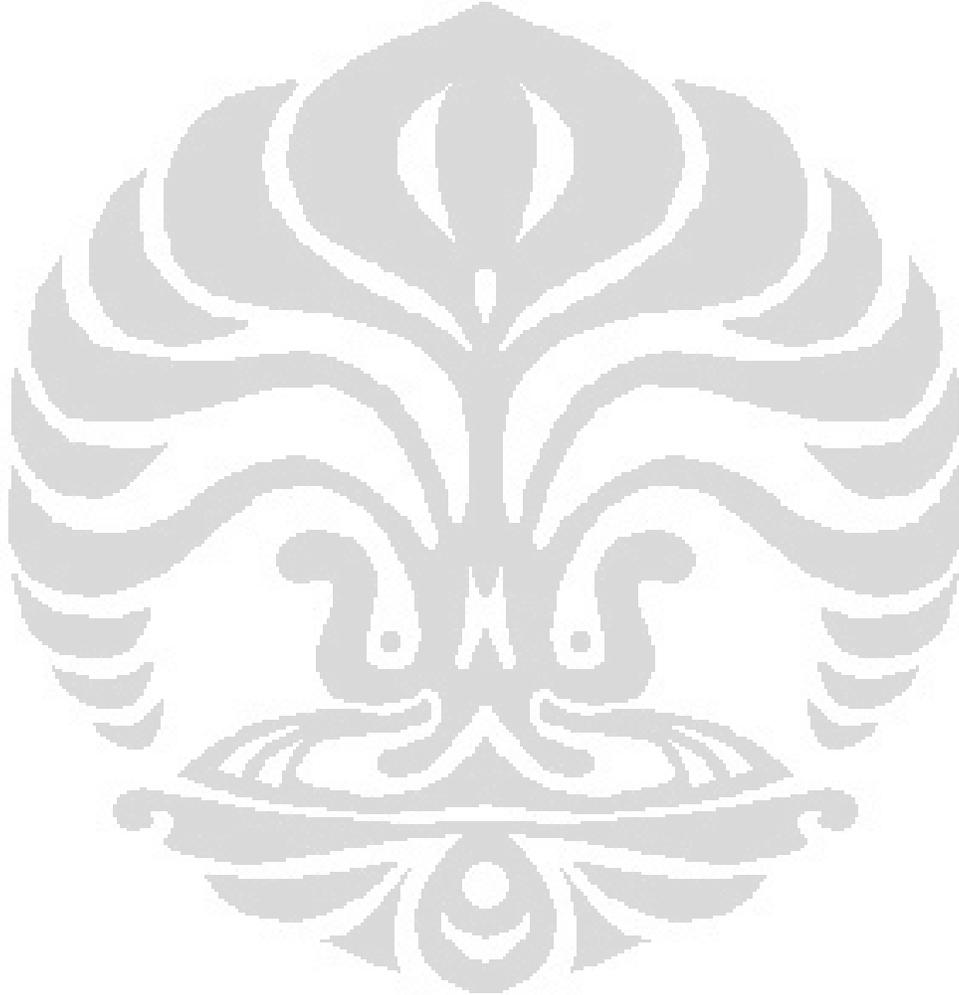
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Hipotesis Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.4.1 Tujuan Umum	2
1.4.2 Tujuan Khusus	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.5.1 Manfaat bagi Peneliti	3
1.5.2 Manfaat bagi Masyarakat	3
1.5.3 Manfaat bagi Dunia Kedokteran	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Musik	4
2.1.1 Definisi	4
2.1.2 Musik <i>Rock</i>	4
2.2 Emosi	5
2.2.1 Neuroanatomi Emosi	6
2.2.2 Paradigma Psikoneuroendokrinologi	7
2.3 Homeostasis Energi dan Perilaku Makan	8
2.3.1 Homeostasis Energi Tubuh	8
2.3.2 Pengaturan Perilaku Makan	9
2.3.3 Hipotalamus sebagai Pusat Pengatur Perilaku Makan	11
2.3.4 Pengaturan Jangka Pendek Perilaku Makan	11
2.3.5 Pengaturan Jangka Panjang Perilaku Makan	12
2.3.6 Neurofarmaka, Neurotransmitter, dan Neuromodulator yang Memengaruhi Nafsu Makan	13
2.3.7 Emosi dan Perilaku Makan	13
3. METODE PENELITIAN	15
3.1 Desain Penelitian	15
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.3 Populasi dan Sampel	15
3.4 Kriteria Inklusi, Eksklusi, dan <i>Drop Out</i>	15
3.5 Besar Sampel	15

3.6 Randomisasi	16
3.7 Cara Kerja	16
3.8 Kerangka Operasional	17
3.9 Identifikasi Variabel	17
3.10 Analisis Data	18
3.11 Alur Penelitian	18
3.12 Kerangka Konsep	18
4. HASIL	19
4.1 Koleksi Data	19
4.2 Hasil Penelitian	19
5. PEMBAHASAN	21
6. KESIMPULAN DAN SARAN	25
6.1 Kesimpulan	25
6.2 Saran	25
DAFTAR REFERENSI	26
LAMPIRAN	30



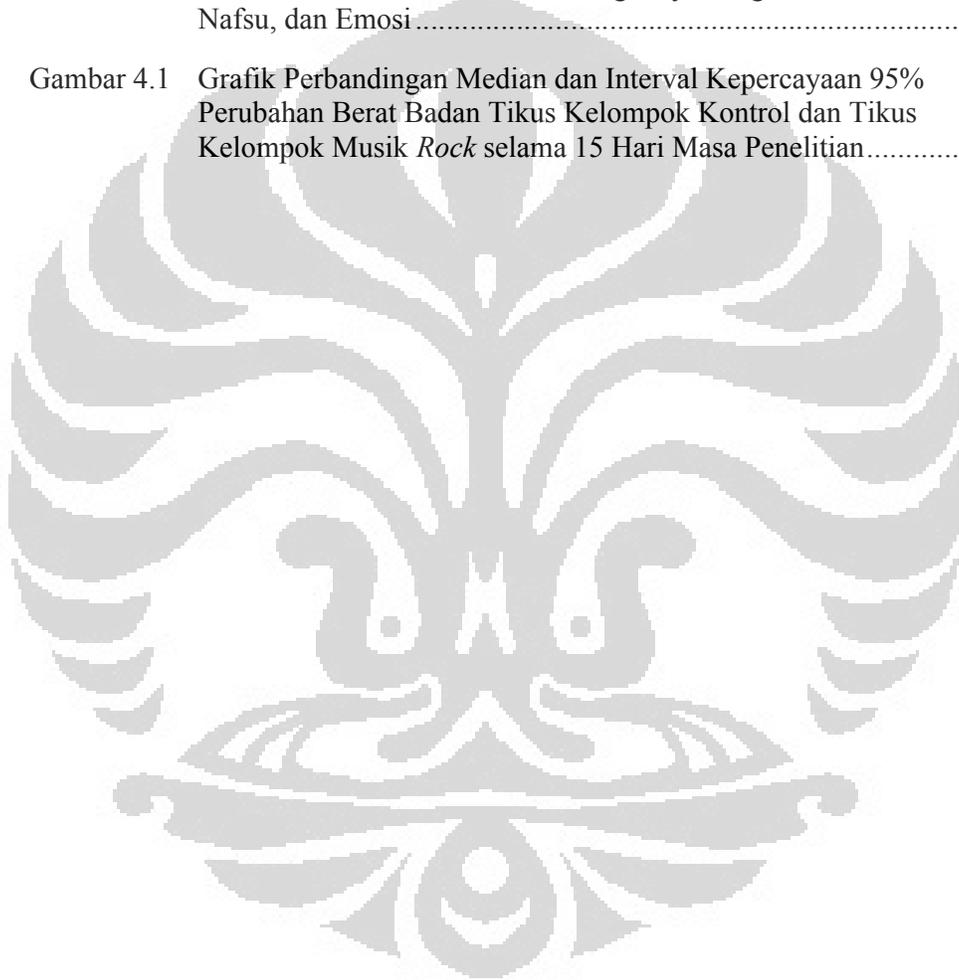
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Daftar Neurofarmaka, Neurotransmitter, dan Neuromodulator yang Memengaruhi Nafsu Makan	13
Tabel 4.1 Mean dan Standar Deviasi Berat Badan Tikus (dalam Gram).....	19
Tabel 4.2 Median dan Range Perubahan Berat Badan Tikus (dalam Gram) pada Hari ke- (dibandingkan dengan hari ke-0).....	19



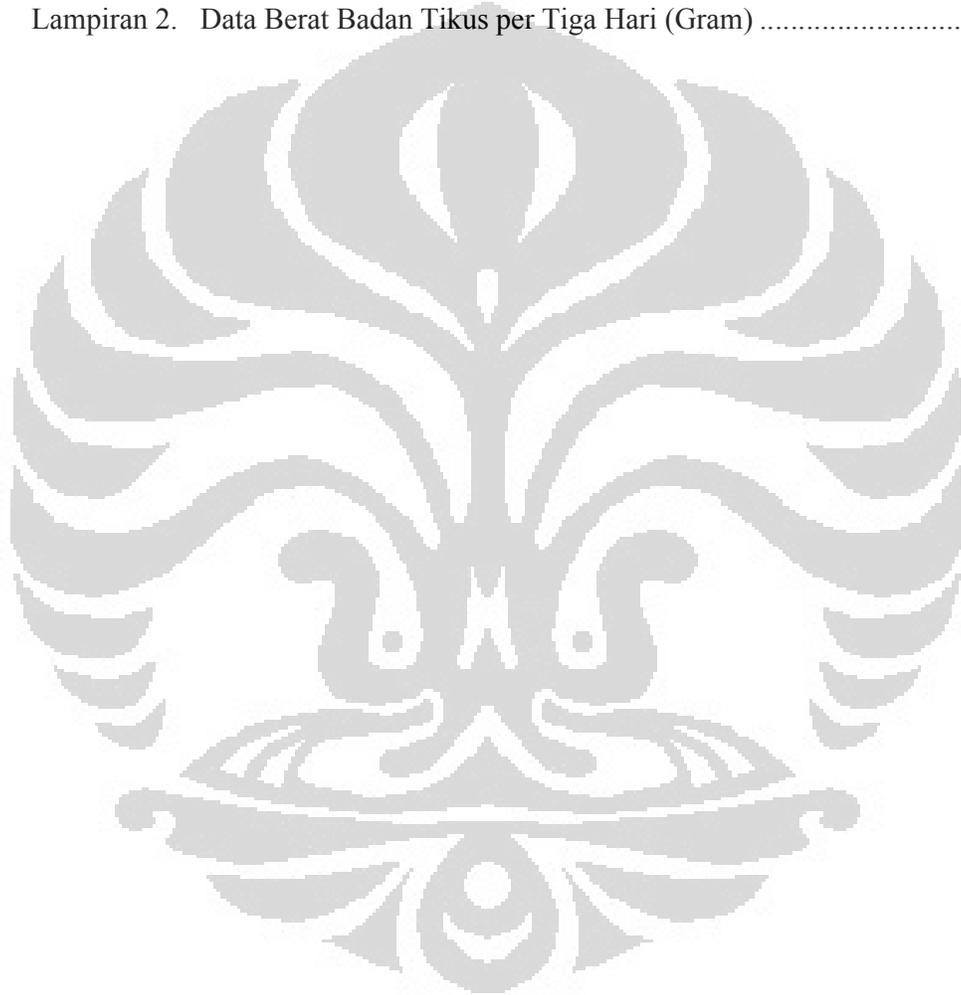
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Jaras Proyeksi Eferen Nukleus Sentralis Amigdala.....	6
Gambar 2.2	Proses Perilaku Makan dan Hubungannya dengan Kebutuhan, Nafsu, dan Emosi.....	10
Gambar 4.1	Grafik Perbandingan Median dan Interval Kepercayaan 95% Perubahan Berat Badan Tikus Kelompok Kontrol dan Tikus Kelompok Musik <i>Rock</i> selama 15 Hari Masa Penelitian.....	20



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Komposisi dan Cara Pembuatan Makanan Tikus.....	31
Lampiran 2. Data Berat Badan Tikus per Tiga Hari (Gram)	33



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Homeostasis energi tubuh diatur oleh sistem hormonal yang sangat kompleks dengan tujuan memenuhi energi yang dibutuhkan untuk aktivitas kehidupan dan tumbuh kembang.¹ Ketidakseimbangan antara masukan dan keluaran energi dapat mengakibatkan berbagai kelainan berat badan, diantaranya adalah kekurangan gizi dan obesitas. Obesitas merupakan faktor risiko berbagai penyakit noninfeksi dengan angka mortalitas tertinggi di seluruh dunia.² Penelitian yang dilakukan Himpunan Studi Obesitas Indonesia (HISOBI) menyimpulkan bahwa satu dari tiga anak di perkotaan cenderung mengalami obesitas.³ Sedangkan di Amerika Serikat, tiap tahunnya obesitas menyebabkan setidaknya 300.000 kematian dan biaya pelayanan kesehatan penduduk Amerika usia dewasa dengan obesitas mencapai \$70 miliar atau 7% pengeluaran pelayanan kesehatan per tahun.⁴ Oleh karenanya, pemahaman mengenai keseimbangan energi sangatlah penting.

Menurut paradigma psikoneuroendokrinologi, sistem hormonal memiliki kesatuan yang tidak dapat dipisahkan dengan sistem saraf dan perilaku.⁵ Peran sistem hormonal yang kompleks dalam homeostasis energi mendapat pengaruh dari emosi. Figlewicz dan Woods menemukan jalur hedonik perilaku makan yang diperantarai oleh jaras dopaminergik dan serotoninergik.⁶ Selain itu, berbagai kasus psikologis seperti stres, depresi, dan kecemasan bermanifestasi pada perubahan perilaku makan dan metabolisme energi.⁵ Hal ini menunjukkan bahwa selain untuk memenuhi kebutuhan energi, perilaku makan juga memiliki efek psikogenik. Sebaliknya, keadaan emosi tertentu juga memengaruhi perilaku makan dan metabolisme energi.

Terdapat berbagai faktor yang memengaruhi keadaan emosi. Salah satunya adalah musik. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa musik mampu memodulasi status emosi dan status hormonal seseorang.⁷⁻¹² Jenis musik yang berbeda memiliki efek modulasi yang berbeda. Sebagai contoh, pajanan terhadap musik *techno* meningkatkan sirkulasi hormon berupa β -endorfin (β -EP), hormon

adrenokortikotropik (ACTH), norepinefrin (NE), hormon pertumbuhan (GH), dan kortisol (CORT) yang meningkatkan tonus simpatis.¹⁰ Sedangkan pajanan terhadap musik klasik Mozart meningkatkan sintesis dopamin serta memperbaiki status emosi.¹²

Musik terbukti dapat memodulasi status emosi dan sintesis hormon yang berhubungan dengan status emosi tersebut. Sedangkan emosi terbukti memengaruhi nafsu makan dan metabolisme energi, dimana keduanya akan berpengaruh pada berat badan. Oleh karena itu, musik diduga dapat memodulasi nafsu makan dan berat badan. Namun, hubungan pengaruh musik terhadap nafsu makan, yang dinilai berdasarkan berat makanan yang dikonsumsi per satuan waktu, dan berat badan belum banyak diteliti. Sehingga penelitian mengenai pengaruh musik terhadap nafsu makan dan berat badan dianggap penting. Adapun jenis musik yang dipilih dalam penelitian ini adalah musik *rock* yang merupakan musik yang paling banyak direkam saat ini.¹³

1.2 Rumusan Masalah

Apakah pajanan musik *rock* berhubungan dengan berat badan pada tikus galur Wistar?

1.3 Hipotesis Penelitian

Terdapat hubungan antara pajanan musik *rock* dengan berat badan pada tikus galur Wistar.

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

Untuk mengetahui faktor eksternal yang turut berperan dalam masalah obesitas global

1.4.2 Tujuan Khusus

Diketahuinya hubungan antara pajanan musik *rock* dengan berat badan pada tikus galur Wistar

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat bagi Peneliti

- Menambah pengetahuan tentang faktor-faktor yang memengaruhi berat badan pada manusia dan hewan percobaan.
- Mengetahui pengaruh musik *rock* terhadap berat badan serta mekanismenya yang paling mungkin.
- Sebagai penelitian pertama yang memicu perbaikan dan inovasi peneliti di masa mendatang, khususnya dalam meniti karir sebagai peneliti.
- Sebagai pemenuhan tugas riset mahasiswa FKUI berdasarkan kurfak 2005 untuk kelulusan sebagai sarjana kedokteran.

1.5.2 Manfaat bagi Masyarakat

Memberi informasi mengenai hubungan musik *rock* terhadap berat badan, sehingga masyarakat memiliki wawasan lebih luas mengenai faktor-faktor yang memengaruhi berat badan serta efek dari musik *rock*.

1.5.3 Manfaat bagi Dunia Kedokteran

- Sebagai kontribusi dalam menambah ilmu pengetahuan tentang hubungan musik *rock* terhadap berat badan sebagai faktor eksternal homeostasis energi.
- Memicu penelitian lebih lanjut mengenai peran musik *rock* dalam bidang kesehatan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Musik

2.1.1 Definisi

Musik merupakan gelombang suara yang harmonis. Sedangkan suara adalah energi mekanis berupa gelombang yang dihasilkan suatu sumber vibrasi dan mengakibatkan perubahan tekanan udara. Elemen musik terdiri atas nada, melodi, harmoni, irama, ketukan, tempo, warna suara, dan dinamika.¹⁴⁻¹⁶ Perbedaan dalam elemen inilah yang membedakan jenis musik yang satu dengan yang lain.

2.1.2 Musik *Rock*

Musik *rock* adalah suatu bentuk musik populer yang biasanya terdapat vokal, gitar listrik, gitar bass, dan memiliki *backbeat*.¹⁷ Menurut The Recording Industry Association of America, jenis musik *rock* adalah jenis musik yang paling banyak diproduksi di industri musik Amerika pada tahun 2006 dengan total produksi 34,0% dari seluruh jenis musik.¹³

Secara umum, musik *rock* memiliki fokus pada ritme dengan harmoni yang sederhana, sedikit melodi dan volume keras. Prioritas ini merupakan kebalikan dari musik klasik yang menekankan pada melodi, harmoni seimbang dan ritme yang konstan.¹⁸ Perbedaan yang mencolok pada kedua jenis musik ini adalah ritmenya. Musik klasik memiliki ritme yang disebut *downbeat* dimana ketukan terkuat berada pada ketukan pertama dan ketukan terkuat selanjutnya berada pada ketukan ketiga yang dapat digambarkan sebagai berikut:

/ SATU, DUA, TIGA, EMPAT /.

Sedangkan musik *rock* memiliki ritme yang disebut *backbeat* atau sinkopasi konstan atau ketukan anapestik yang memiliki ketukan terkuat pada ketukan keempat dan selanjutnya pada ketukan kedua, yang digambarkan sebagai berikut:

/ SATU, DUA, TIGA, EMPAT /.¹⁹

Pengaruh ritme musik *rock* dianggap berlawanan dengan ritme tubuh, khususnya denyut jantung yang digambarkan sebagai berikut:

/ LUB, DUB, istirahat /.

Ritme ini dan harmoni yang seringkali bersifat disonans dapat memicu pengeluaran adrenalin dan dapat bersifat adiktif. Pengeluaran adrenalin mampu meningkatkan perilaku agresif, kecemasan, kenaikan dorongan seksual, dan kelemahan otot.²⁰ Musik *rock* yang cenderung didengar dengan volume keras juga berisiko terhadap kesehatan telinga dan penurunan kesadaran. Selain itu, musik *rock* meningkatkan hormon stress seperti ACTH, kortisol, norepinefrin.¹⁴ Efek tubuh terhadap musik *rock* terlepas pada apakah individu tersebut menyukai jenis musik tersebut.

2.2 Emosi

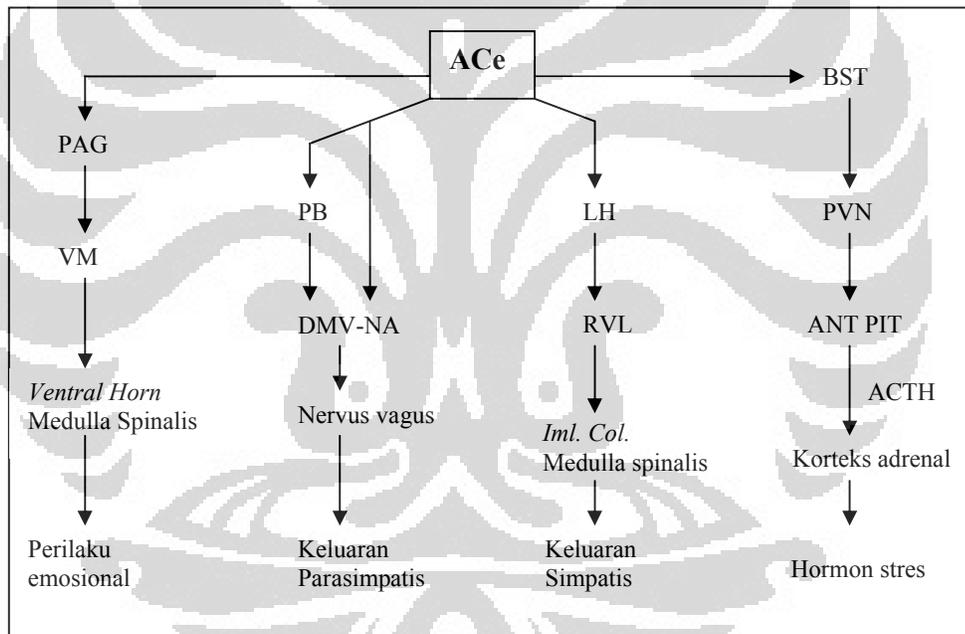
Belum ada konsensus mengenai definisi emosi yang pasti, namun Rolls ET mendefinisikan emosi sebagai keadaan yang dipicu oleh *instrumental reinforcing stimuli*.²¹ *Instrumental reinforcing stimuli* adalah stimuli yang jika kemunculan, terminasi, atau peniadaannya terjadi pada saat suatu respon dibuat, akan mengubah kemungkinan keluaran dari respon tersebut. *Reinforcer* dibagi menjadi *reinforcer* primer yang tidak dipelajari, seperti rasa nyeri, dan *reinforcer* sekunder yang dipelajari melalui *classical conditioning*. Menurut sifatnya, *reinforcer* dibagi atas *reinforcer* positif atau hadiah dan *reinforcer* negatif atau hukuman. Terdapat berbagai fungsi dari emosi, diantaranya adalah:²¹

1. Sebagai pemicu respon autonomik dan respon endokrin yang penting untuk menyiapkan tubuh untuk suatu aksi, misalnya dengan peningkatan denyut jantung dan pelepasan adrenalin;
2. Sebagai pemicu respon perilaku di mana masukan sensoris yang telah diproses oleh korteks serebri dilanjutkan menjadi keluaran motoris;
3. Sebagai dorongan motivasi untuk menghindari stimulus yang dinilai berbahaya melalui pengalaman sebelumnya;
4. Dalam komunikasi yang ditentukan oleh ekspresi wajah dan intonasi suara dalam hubungan interpersonal;

5. Dalam ikatan sosial, misalnya dalam hubungan antara orang tua dan anaknya;
6. Dalam berbagai fungsi kognitif seperti fungsi atensi dan memori.

2.2.1 Neuroanatomi Emosi

Studi mengenai neuroanatomi emosi adalah berdasarkan studi terhadap respon rasa takut terkondisi.²² Melalui studi pada pasien atau hewan percobaan dengan lesi pada bagian otak tertentu, amigdala merupakan struktur yang paling berperan dalam memroses emosi. Gambar 2.1 merupakan diagram yang menggambarkan proyeksi eferen nukleus sentral amigdala dalam memroses respon rasa takut.



Gambar 2.1 Jarak Proyeksi Eferen Nukleus Sentralis Amigdala.

Beberapa proyeksi eferen nukleus sentral amigdala berhubungan dengan respon emosi yang dipicu oleh stimuli rasa takut terkondisi.

Keterangan: ACe: nukleus sentralis amigdala; ANT PIT: lokus anterior pituitari; BST: *bed nucleus of stria terminalis*; DMV: motor dorsalis nukleus vagus; Iml Col: kolum intermediolateral; LH: nukleus lateralis hipotalamus; NA: nukleus *ambiguous*; PAG: *periaqueductal gray matter*; PB: nukleus parabrakialis; RVL: *rostral ventral lateral medulla*; VM: *ventral medulla*

Telah diolah kembali dari: Ledoux JE. In search of an emotional system in the brain: leaping from fear to emotion and consciousness. In: the cognitive neurosciences. Gazzaniga (editor). 1995. The MIT Press. p.1051

Proyeksi dari nukleus sentralis amigdala kepada target yang berbeda di batang otak turut serta dalam ekspresi respon rasa takut terkondisi melalui modalitas yang berbeda. Proyeksi kepada nukleus motor dorsal vagus bertanggung jawab terhadap respon bradikardia terkondisi. Proyeksi ke hipotalamus lateralis yang dilanjutkan ke pusat vasomotor tonik pada medulla rostral ventralis berperan dalam peningkatan tekanan darah terkondisi. Proyeksi ke *central gray* berperan dalam *conditioned freezing*. Sedangkan proyeksi ke *bed nucleus stria terminalis* menuju regio pengatur endokrin pada nuklei paraventricularis dan supraoptik hipotalamus berperan dalam pengeluaran hormon stress. Oleh karena itu, nukleus sentralis amigdala dapat disebut sebagai bagian amigdala yang berhubungan dengan sistem motoris yang berperan dalam reaksi rasa takut terkondisi.

Struktur kunci yang berperan sebagai penghubung sensoris amigdala adalah bagian lateral dari amigdala. Bagian ini mendapat informasi stimulus mentah dari talamus, informasi perseptual dari korteks serebri, dan informasi tingkat yang lebih tinggi dari formasi hippocampal. Melalui koneksi antara AL ke ACE, tiap bentuk informasi stimulus dapat berhubungan dengan mekanisme respon emosi.

2.2.2 Paradigma Psikoneuroendokrinologi

Paradigma psikoneuroendokrinologi merupakan suatu model untuk memahami hubungan struktural dan fungsional yang tidak dapat dipisahkan dari sistem hormonal, sistem saraf dan perilaku yang saling memengaruhi satu sama lain.⁵ Selain itu, interaksi kompleks hubungan antara tubuh dan pikiran ini juga melibatkan mekanisme pertahanan tubuh alamiah.

Terdapat keterkaitan timbal-balik antara ketiga sistem dalam model psikoneuroendokrinologi. Sistem saraf, sistem endokrin, dan sistem imun saling memengaruhi melalui hasil sekresi mereka berupa neuropeptida, hormon, dan sitokin. Hubungan timbal-balik antara ketiganya ini menghasilkan suatu jaringan sinyal kimiawi yang kompleks. Jaringan ini senantiasa dimodulasi oleh berbagai faktor internal dan eksternal. Faktor internal dan eksternal ini menjadi tantangan tersendiri bagi fungsi tubuh yang hanya mampu berfungsi dengan baik dalam suatu batasan modulasi yang sempit. Oleh karena itu, jaringan kimiawi yang

kompleks ini penting untuk menjaga lingkungan internal tubuh dalam batasan terbatas walau terdapat fluktuasi faktor lingkungan. Kemampuan tubuh ini disebut homeostasis.

Pusat homeostasis dalam sistem saraf pusat adalah hipotalamus yang menerima masukan sensoris dari sistem saraf tepi, masukan emosi dari sistem limbik, dan masukan persepsi dari korteks serebri. Hipotalamus kemudian mengatur inervasi simpatis ke seluruh organ dengan dipengaruhi oleh sekresi berbagai hormon. Pada akhirnya, sinyal eferen dari hipotalamus akan memengaruhi refleksi otonom, endokrin, dan pertumbuhan. Hipotalamus mengintegrasikan ketiga respon ini melalui pengaturan lima fungsi penting fisiologis, yaitu regulasi tekanan darah dan komposisi elektrolit plasma, regulasi temperatur tubuh, regulasi metabolisme energi, regulasi hormon seks, serta regulasi respon fisik dan imun terhadap stress.²³

2.3 Homeostasis Energi dan Perilaku Makan

2.3.1 Homeostasis Energi Tubuh

Makhluk hidup merupakan suatu sistem terbuka yang senantiasa melakukan pertukaran materi dan energi dengan lingkungannya.²⁴ Manusia, sebagai makhluk heterotrof, memperoleh energi dan materi berupa makanan. Makanan yang masuk ke dalam tubuh akan segera diuraikan menjadi partikel kecil dan diabsorpsi untuk selanjutnya dimanfaatkan sebagai sumber energi melalui serangkaian proses biokimia. Energi hasil penguraian tersebut akan digunakan untuk melakukan kerja biologik dan selebihnya akan disimpan.¹ Penyimpanan energi dalam bentuk glikogen dan lemak berguna untuk mendukung seluruh kerja biologik tubuh yang membutuhkan energi terus-menerus walaupun proses pengambilan makan sudah selesai. Sedangkan pengeluaran energi mencakup pengeluaran energi istirahat, efek termal makanan dan pengeluaran energi pada aktivitas fisik.²⁵

Menurut hukum termodinamika pertama atau hukum konservasi energi, energi tidak dapat diciptakan atau dihancurkan. Energi hanya dapat berubah bentuk menjadi bentuk energi lainnya. Dalam hal homeostasis energi, hal ini berarti

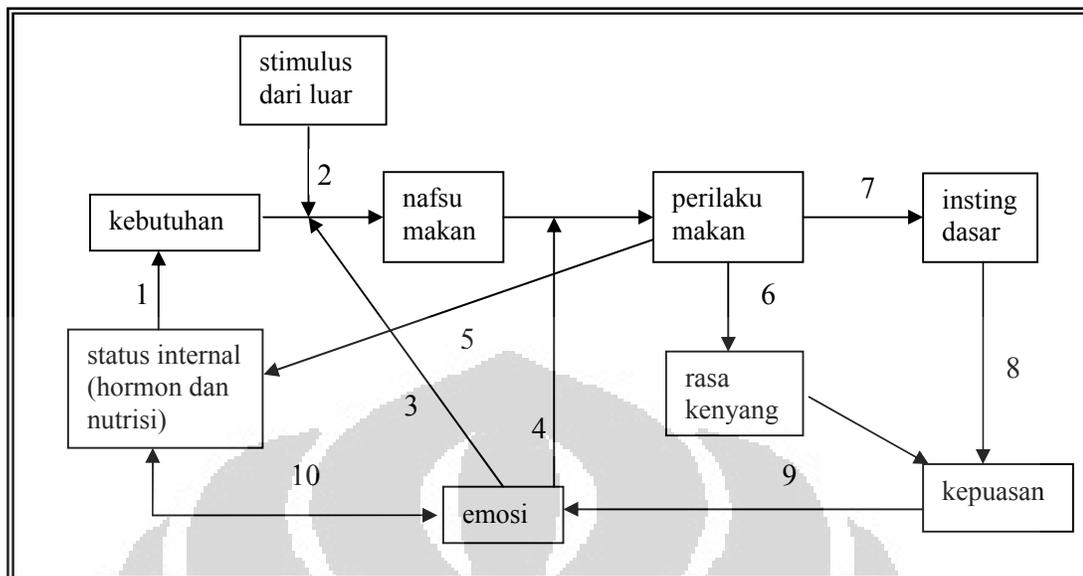
energi yang masuk berupa makanan sama dengan energi yang dikeluarkan.¹
Berikut persamaan penggunaan energi dalam makanan:

$\text{Energi dalam makanan} = \text{energi kerja eksternal} + \text{energi kerja internal} + \text{tumbuh kembang} \pm \text{energi yang disimpan} + \text{termogenesis}$
--

Jika energi yang masuk sama dengan energi untuk kerja eksternal ditambah energi untuk kerja internal dan termogenesis maka berat badan konstan. Hal ini disebut keseimbangan energi netral. Jika energi yang masuk melebihi kebutuhan energi untuk kerja eksternal, internal dan termogenesis maka berat badan akan bertambah. Hal ini disebut sebagai keseimbangan energi positif. Sedangkan jika energi yang masuk kurang dari kebutuhan energi untuk kerja eksternal, internal dan termogenesis maka berat badan akan berkurang. Hal ini disebut sebagai keseimbangan energi negatif.

2.3.2 Pengaturan Perilaku Makan

Konrad Lorenz menyatakan bahwa kegiatan makan membuat hewan aktif mencari stimulasi yang dapat mengeluarkan energi instingtif.²⁶ Pandangan bahwa motivasi berasal dari dalam juga dibuktikan kebenarannya oleh Curt Richter. Richter menyatakan bahwa perilaku merupakan manifestasi dari homeostasis fisiologis tubuh.²⁷ Salah satu kasus yang terlihat jelas adalah seorang anak yang mengalami adrenalectomi yang mengakibatkan peningkatan ekskresi Na^+ memiliki kesukaan untuk mengonsumsi makanan berkadar garam tinggi atau bahkan garam itu sendiri. Namun, beberapa penelitian lain mengungkapkan bahwa hewan dan manusia tidak selalu memakan apa yang mereka butuhkan.²⁷ Oleh karena itu, faktor sosial dan mekanisme pembelajaran juga memiliki peran dalam menentukan apa yang dimakan.^{24,27} Selain itu, perilaku makan tidak hanya berperan sebagai pemenuhan kebutuhan akan energi dan nutrisi namun juga memiliki fungsi hedonik.²⁸ Fungsi hedonik ini diperantarai oleh sistem dopamin mesokortikolimbik sebagai pusat *reward* hedonik dan serotonin yang jumlahnya meningkat saat makan. Pengaturan perilaku makan secara garis besar dirangkum dalam gambar 2.2.



Gambar 2.2 Proses Perilaku Makan dan Hubungannya dengan Kebutuhan, Nafsu, dan Emosi.

Keterangan:

Status hormonal dan nutrisi dalam tubuh senantiasa dimonitor oleh beberapa reseptor dalam tubuh, antara lain reseptor di lambung dan reseptor kadar glukosa dalam darah.²⁴ Reseptor perifer ini akan mengirim sinyal ke hipotalamus sebagai pusat pengaturan homeostasis tubuh.^{28,29} Hipotalamus sendiri memiliki berbagai jenis reseptor status hormonal tubuh seperti osmoreseptor glukagon. Melalui jaras inilah status internal tubuh ditranslasikan menjadi suatu kebutuhan berupa sensasi lapar (1). Selain memberi tanda sebagai kebutuhan, sensasi lapar turut memengaruhi emosi (10). Kebutuhan ini, bersama stimulus dari luar, seperti keberadaan makanan dan faktor budaya (2), dan juga peran serta emosi ketika lapar (3) timbul nafsu makan. Didorong oleh emosi (4) dan kerja daerah korteks motorik otak untuk melakukan gerak, timbullah perilaku makan. Perilaku makan inilah yang mengubah status internal tubuh melalui proses pencernaan dan metabolisme (5).²⁴ Selain itu, perilaku makan memberi kepuasan melalui rasa kenyang yang diperantarai jalur hedonik makan (6).²⁸ Perilaku makan juga menyediakan energi bagi hewan untuk melakukan kegiatan instingtual mereka seperti pertahanan teritori, perilaku agnostik dan perilaku kawin (7) yang semuanya ini memberi rasa kepuasan (sebagai *reward*) (8). Sensasi puas yang diterima otak dilanjutkan ke sistem limbik sebagai emosi positif (9). Emosi ini

Universitas Indonesia

menjadi umpan balik negatif dari perilaku makan dan menekan nafsu makan (3). Selain itu, ditemukan bahwa faktor psikologis seperti stress dan depresi dapat mengubah status hormonal (10).^{1,10}

2.3.3 Hipotalamus sebagai Pusat Pengatur Perilaku Makan

Regulasi homeostasis oleh hipotalamus dimulai dari transduksi sinyal sensorik. Suatu parameter tertentu (seperti kadar insulin dalam darah) diukur oleh sel sensori tertentu, dan deviasi dari batasan optimal dideteksi oleh neuron yang banyak berada di daerah periventricular hipotalamus.²⁸ Neuron-neuron ini mengatur beberapa respon yang membawa parameter tersebut ke angka optimalnya. Respon tersebut terdiri dari tiga komponen, yaitu:

- a. Respon humoral: neuron hipotalamus merespon sinyal sensoris dengan menstimulasi atau menghambat pengeluaran hormon pituitari ke dalam aliran darah.
- b. Respon viseromotorik: Neuron di hipotalamus merespon sinyal sensoris dengan mengatur keseimbangan hasil kerja saraf simpatik dan parasimpatik pada sistem saraf autonom.
- c. Respon motor somatik: Neuron hipotalamus pada bagian lateral hipotalamus merespon sinyal sensorik dengan mengawali respon perilaku motorik somatik tertentu.

2.3.4 Pengaturan Jangka Pendek Perilaku Makan

Pengaturan jangka pendek perilaku makan berfungsi untuk menentukan berapa lama dan berapa banyak makanan yang dimakan.²⁸ Proses makan memiliki tiga fase yaitu fase sefalik, fase gastrik dan fase substrat. Pada fase sefalik, indra penglihatan dan penghidu memberi sinyal kepada hipotalamus yang selanjutnya jaras eferen parasimpatik menyebabkan sekresi saliva dan sekret lambung. Sebelumnya pada lambung yang kosong, lambung mengeluarkan suatu peptida dengan 28 residu asam amino yang bernama ghrelin (*Growth Hormone Releasing Hormone*) yang akan berikatan dengan reseptor Y_1R neuron NPY/AgRP pada nukleus arkuatus hipotalamus yang menstimulasi nafsu makan.³⁰

Pada fase gastrik terjadi peningkatan respon lokal dalam pengeluaran sekret akibat distensi jalur gastrointestinal. Sedangkan pada fase substrat dimulailah absorpsi molekul makanan yang telah dipecah. Saat terjadi distensi lambung, terjadi perangsangan reseptor regang lambung dan pengeluaran peptida kolesistokinin (CCK) yang melalui saraf sensoris vagus mengirim sinyal ke *solitary tract nucleus* pada medulla untuk menghentikan makan.²⁸ Selain itu, usus yang banyak mengabsorpsi zat-zat makanan juga mengeluarkan PYY₃₋₃₆ yang berikatan dengan reseptor Y₂R neuron NPY/AgRP pada nukleus arkuatus hipotalamus yang menghambat nafsu makan.³⁰

2.3.5 Pengaturan Jangka Panjang Perilaku Makan

Pengaturan jangka panjang perilaku makan berfungsi untuk menjaga cadangan makanan dalam tubuh, yaitu glikogen dalam hati dan otot rangka dan triasilgliserol pada jaringan adiposa.²⁸ Perilaku makan di stimulasi ketika neuron NPY/AgRP pada nukleus arkuatus mendeteksi penurunan hormon leptin. Leptin adalah protein dengan 146 residu asam amino yang dihasilkan oleh jaringan adiposa yang penuh.³⁰ Selanjutnya neuron NPY/AgRP akan menghambat kerja neuron α -MSH/CART dan nukleus paraventricularis. Neuron ini juga merangsang batang otak untuk meningkatkan kerja saraf autonom parasimpatis dan menginduksi area lateral hipotalamus yang berhubungan dengan korteks serebri sehingga terjadi perilaku berdasarkan tujuan.²⁸

Perilaku makan dihambat ketika neuron α -MSH/CART pada nukleus arkuatus mendeteksi hormon leptin. Selanjutnya neuron ini menghambat kerja neuron NPY/AgRP dan area lateral hipotalamus. Neuron ini merangsang batang otak untuk meningkatkan kerja saraf autonom simpatis untuk meningkatkan suhu tubuh. Selain itu, neuron ini juga merangsang nukleus paraventriculer yang merangsang pengeluaran ACTH dan TSH yang meningkatkan laju metabolik sel.²⁸

Selain hormon leptin, hormon insulin juga berpengaruh terhadap pengaturan jangka panjang perilaku makan. Insulin memiliki pengaruh yang hampir sama dengan leptin pada neukleus di hipotalamus. Namun, jika leptin mengaktivasi

neuron α -MSH/CART, insulin mende-inhibisi neuron tersebut. Sedangkan pada neuron NPY/AgRP di mana leptin menghambat kerjanya, insulin mende-aktivasi neuron tersebut.³¹

2.3.6 Neurofarmaka, Neurotransmitter, dan Neuromodulator yang Memengaruhi Nafsu Makan

Daftar neurofarmaka, neurotransmitter, dan neuromodulator yang terbukti, mungkin, dan belum jelas memengaruhi nafsu makan dapat dilihat di tabel 2.1.³²

Tabel 2.1 Daftar Neurofarmaka, Neurotransmitter, dan Neuromodulator yang Memengaruhi Nafsu Makan

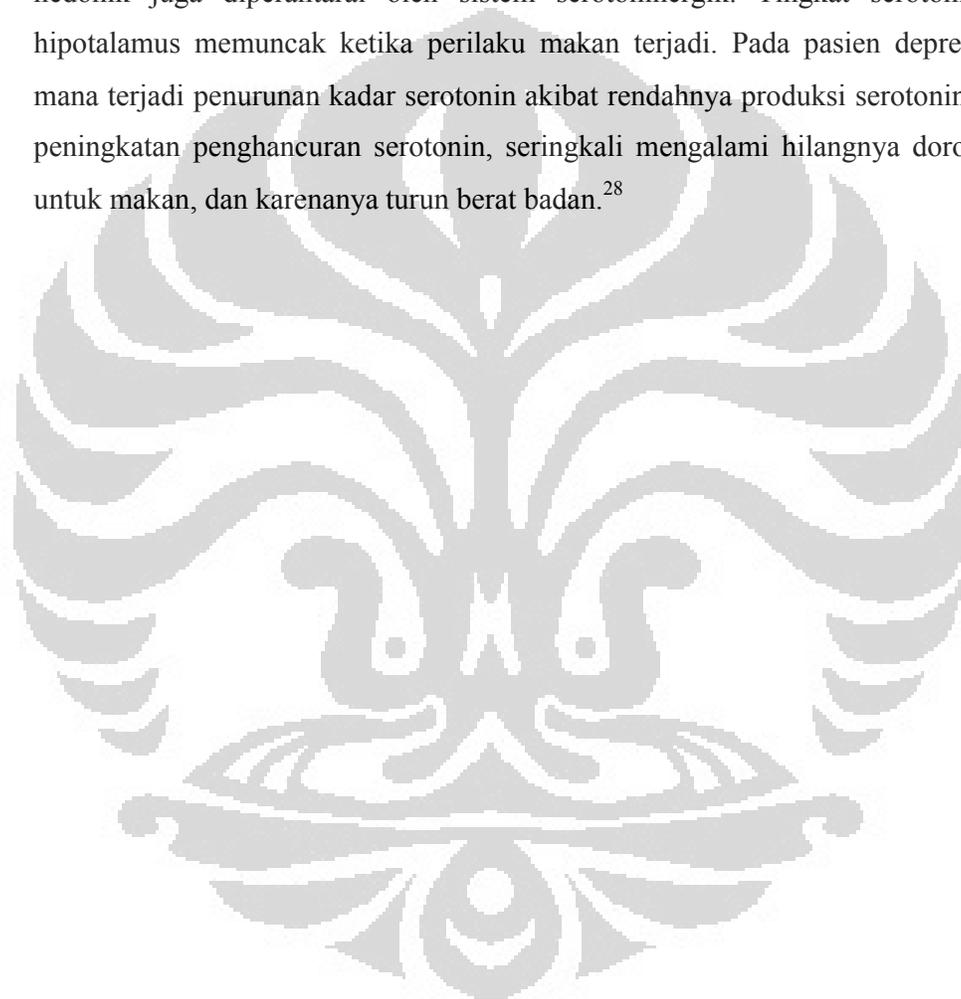
Meningkatkan nafsu makan	Menurunkan nafsu makan
Terbukti: dopamine, neuropeptida Y, Norepinefrin, opioid endogen	Terbukti: serotonin, CRF, gastrin R-peptida
Mungkin: galanin, GHRF, <i>Melanin-concentrating hormone</i> , orexin A dan B	Mungkin: <i>glucagon-like peptide 1</i> , oksitosin, alfa MSH
	Belum jelas: Neuromedin B, enterostatin

Telah diolah kembali dari Geary N, Smith GP. Appetite. In: : Kaplan & Sadock's comprehensive textbook of psychiatry. Ed 7[CD-ROM]. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia; 2000

2.3.7 Emosi dan Perilaku Makan

Nafsu makan yang terganggu dan berat badan turun sering ditemui pada pasien depresi. Terlebih lagi, penggunaan obat neuroleptik seringkali berefek pada obesitas dan diabetes mellitus. Hubungan antara emosi dan perilaku makan berhubungan dengan sistem melanokortin dan neuropeptida Y (NPY). Kedua sistem ini berperan penting dalam menerima dan memroses sinyal metabolik tepi seperti leptin dan ghrelin. Disamping itu, kedua sistem ini juga berperan dalam modulasi emosi dan perilaku.⁶

Perilaku makan bertujuan untuk mereduksi dorongan internal akan kebutuhan makanan dan dorongan hedonik karena menyukai makanan. Perilaku makan menginduksi mekanisme *reward* pada sistem saraf pusat melalui proyeksi dopaminergik menuju *nucleus accumbens (Acb)* dari *ventral tegmental area (VTA)*. Lesi pada pusat *reward* hedonik ini pada hewan percobaan menyebabkan hilangnya motivasi mencari makan walau pada kondisi lapar. Selain itu, jarak hedonik juga diperantarai oleh sistem serotoninergik. Tingkat serotonin di hipotalamus memuncak ketika perilaku makan terjadi. Pada pasien depresi, di mana terjadi penurunan kadar serotonin akibat rendahnya produksi serotonin atau peningkatan penghancuran serotonin, seringkali mengalami hilangnya dorongan untuk makan, dan karenanya turun berat badan.²⁸



BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Desain

Desain yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah studi eksperimental pada hewan percobaan.

3.2 Tempat dan Waktu

Tempat: Pusat Penelitian dan Pengembangan Biomedis dan Farmasi, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta Pusat

Waktu: 7-22 Agustus 2008

3.3 Populasi dan Sampel

Sampel penelitian adalah tikus galur Wistar yang dibudidayakan di Lembaga Makanan Rakyat (LMR).

3.4 Kriteria Inklusi, Eksklusi, dan Drop Out

Kriteria inklusi:

1. Tikus galur Wistar *derived* LMR jantan dewasa berusia lima bulan

Kriteria eksklusi:

1. Dalam keadaan sakit
2. Berat badan < 180 Gram atau > 240 Gram

Kriteria drop-out:

1. Sakit atau mati sebelum pengukuran berat badan terakhir.

3.5 Besar Sampel

Sampel akan dibagi ke dalam dua kelompok dengan perlakuan berbeda. Berdasarkan rumus Federer yaitu:

$$(t-1)(n-1) \geq 15$$

$$\leftrightarrow (2-1)(n-1) \geq 15$$

$$\leftrightarrow (n-1) \geq 15$$

$$\leftrightarrow n \geq 16$$

Keterangan:

t = jumlah perlakuan

n = jumlah sampel yang diperlukan

maka diperoleh perhitungan bahwa masing-masing perlakuan memerlukan 16 ekor tikus. Dengan perkiraan drop-out sebesar 10 %, maka tikus yang akan digunakan pada masing-masing perlakuan adalah 18 ekor tikus. Sehingga, total tikus yang akan digunakan adalah 36 ekor tikus.

3.6 Randomisasi

Pada penelitian ini dilakukan randomisasi sederhana.

3.7 Cara Kerja

- a. Tikus-tikus yang terpilih menjadi sampel penelitian ditimbang berat badannya dan hasilnya dicatat.
- b. Kemudian, tikus-tikus tersebut dimasukkan ke kandang masing-masing, satu tikus di dalam satu kandang.
- c. Kandang-kandang tikus kelompok kontrol ditempatkan di tempat yang relatif tenang. Sedangkan, kandang-kandang tikus kelompok musik *rock* dipajankan dengan musik *rock* 4 jam per hari setiap hari, yaitu pukul 18.00-20.00 WIB dan 24.00-02.00 WIB. Pemajanan musik dilakukan melalui speaker yang diletakkan dekat kandang dengan intensitas sedang.

Berikut judul lagu yang digunakan dalam penelitian ini:

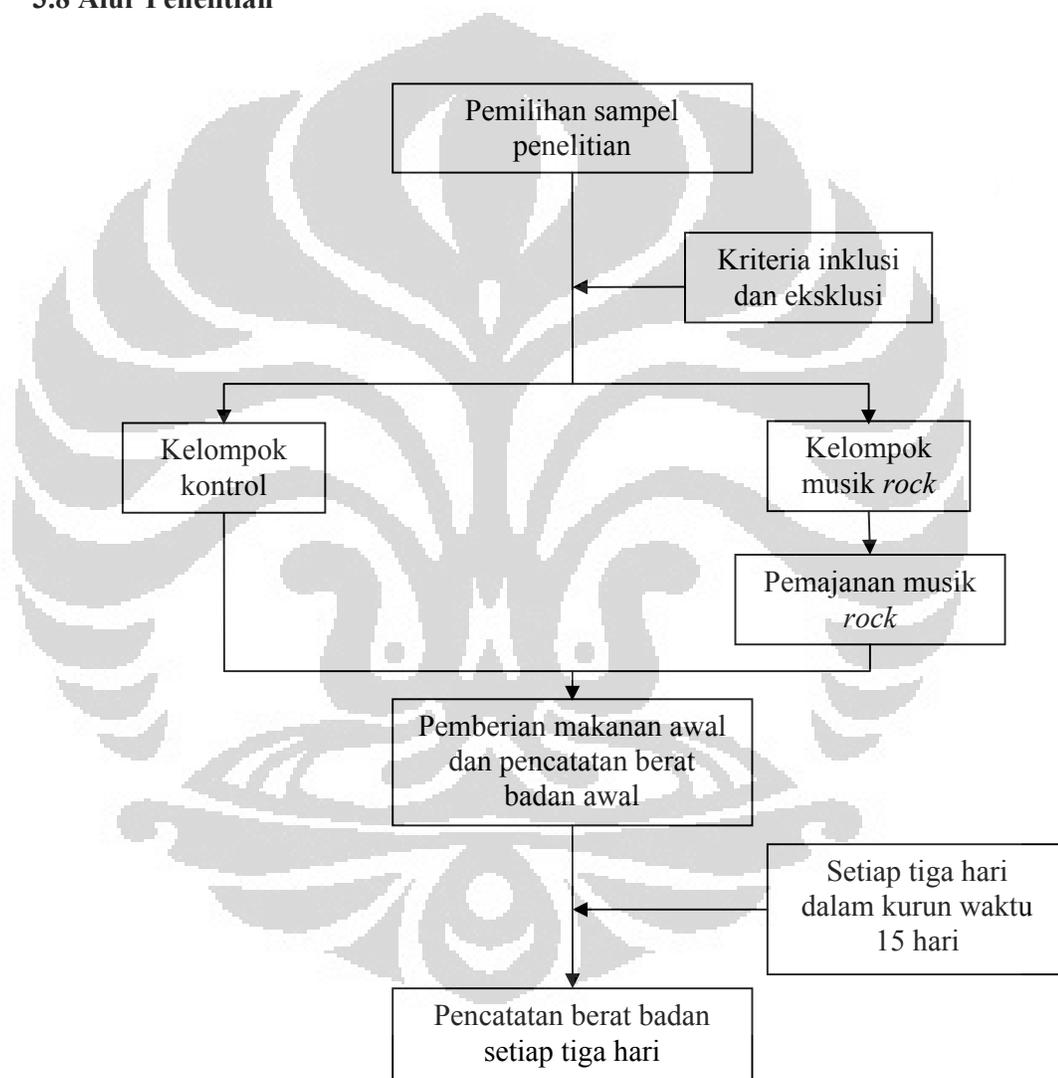
- Somewhere I Belong (Linkin Park)
 - Breaking The Habit (Linkin Park)
 - Tranquilize (The Killers)
 - Let It Die (Foo Fighters)
 - Sign of Fear (Psycho)
- d. Dalam tiap kandang terdapat dua wadah yang masing-masing berisi makanan dan minuman. Tiap hari wadah makanan diperiksa untuk mengetahui ketersediaan makanan di dalamnya. Jika sudah mulai kosong,

Universitas Indonesia

maka makanan diberikan kembali dan jumlah makanan tersebut ditimbang dan dicatat. Makanan yang diberikan merupakan makanan standard tikus percobaan.

- e. Setiap tiga hari berat badan tikus ditimbang dan dicatat. Penelitian ini berlangsung selama 15 hari.

3.8 Alur Penelitian



3.9 Identifikasi Variabel

Variabel bebas: musik *rock*

Variabel tergantung: berat badan

3.10 Analisis Data

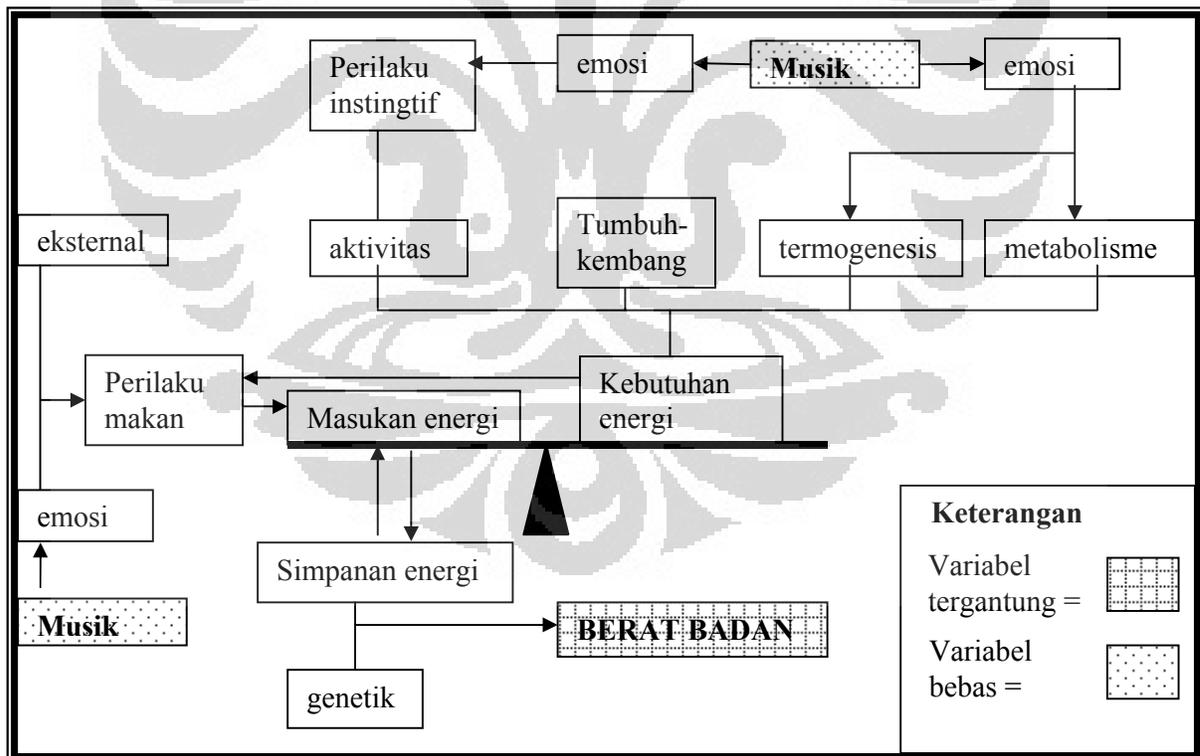
Data dianalisis dengan bantuan program SPSS 13.0. Uji analisis yang digunakan adalah uji-t tidak berpasangan untuk menguji apakah terdapat perbedaan bermakna berat badan yang diukur pada akhir masa penelitian dibandingkan dengan berat badan awal pada kelompok kontrol dan kelompok musik *rock*.

3.11 Definisi Operasional

Musik *rock*: musik yang memiliki *back beat* dengan prioritas musikalitas pada ketukan serta didominasi oleh penggunaan gitar listrik dan drum.

Perubahan berat badan: hasil pengurangan berat badan tikus pada akhir masa percobaan dengan awal masa percobaan.

3.12 Kerangka Konsep



BAB 4 HASIL

4.1 Koleksi Data

Koleksi data berupa mean dan standar deviasi berat badan tikus selama pengambilan data lima kali dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Mean dan Standar Deviasi Berat Badan Tikus (dalam Gram)

Perlakuan	Mean dan Standar Deviasi Berat Badan Tikus (dalam Gram) Hari ke-					
	0	3	6	9	12	15
Kontrol	212 (19)	216 (20)	217 (19)	219 (21)	224 (20)	225 (19)
Musik <i>Rock</i>	208 (15)	213 (16)	216 (16)	219 (17)	223 (18)	226 (19)
Jumlah pajanan (jam)	0	12	24	36	48	60

4.2 Hasil Penelitian

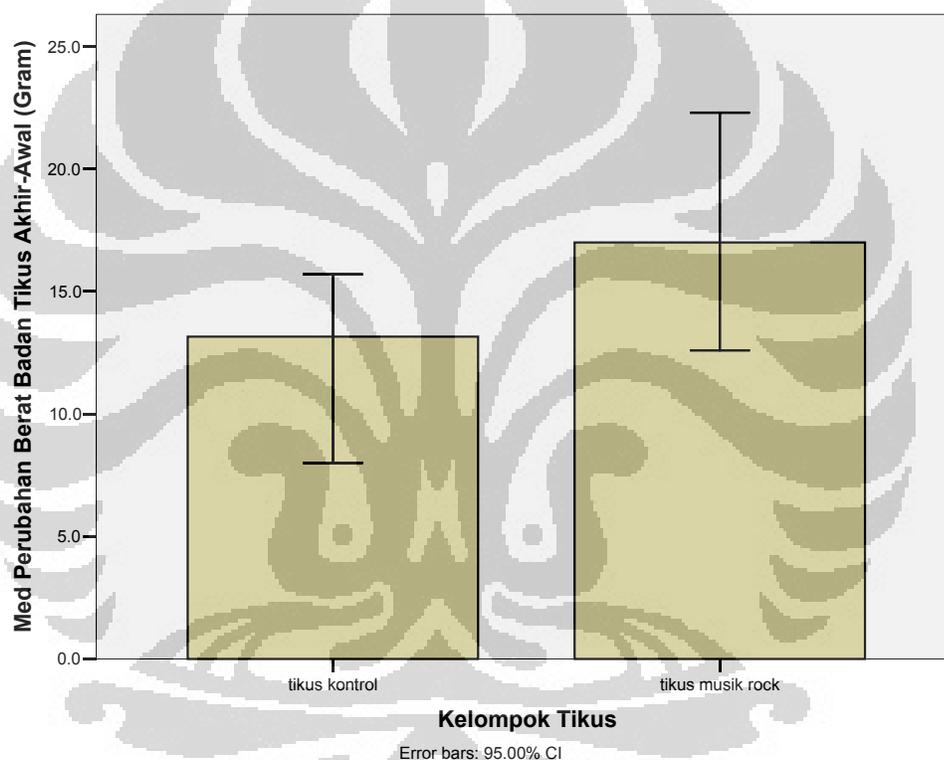
Tidak terdapat sampel yang memenuhi kriteria *drop out*. Data yang diperoleh merupakan data numerik. Karena distribusi data perubahan berat badan pada kelompok musik *rock* dan kelompok kontrol yang diperoleh menurut tes Shapiro Wilk bersifat normal dan tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui hubungan antara pajanan musik *rock* dengan perubahan berat badan pada tikus, maka uji statistik t-tidak berpasangan dipakai. Besarnya median dan *range* perubahan berat badan tikus selama lima kali pengambilan data setelah diberi pajanan musik dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Median dan Range Perubahan Berat Badan Tikus (dalam Gram) pada Hari ke- (dibandingkan dengan hari ke-0)

Perlakuan	Median dan Range Perubahan Berat Badan Tikus (dalam Gram) pada Hari ke-				
	3	6	9	12	15
Kontrol	3,5 (15,5)	4,5 (13,4)	6,3 (17,5)	12,5 (22)	13,2 (20)
Musik <i>Rock</i>	4,4 (20)	6,7 (18)	9,9 (23,8)	14,5 (23)	17,0 (26)
Nilai P	0,844	0,15	0,022 [#]	0,119	0,028 [#]
Jumlah Pajanan (jam)	12	24	36	48	60

[#] berbeda bermakna

Berdasarkan hasil dari uji-t tidak berpasangan, nilai signifikansi hubungan antara pajanan musik *rock* dengan perubahan berat badan tikus adalah 0,028 ($P = 0,028$). Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara pajanan musik *rock* terhadap perubahan berat badan tikus bermakna setelah diberikan pajanan musik *rock* selama 60 jam dalam 15 hari. Nilai median dan interval kepercayaan 95% perubahan berat badan tikus kelompok musik *rock* dengan kelompok kontrol pada akhir masa penelitian dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Median dan Interval Kepercayaan 95% Perubahan Berat Badan Tikus Kelompok Kontrol dan Tikus Kelompok Musik *Rock* setelah 15 Hari Masa Penelitian

BAB 5 PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan penelitian pertama yang mencoba menghubungkan antara pajanan musik *rock* dengan berat badan pada tikus percobaan. Oleh karenanya, tidak ada pembandingan langsung mengenai hasil yang dicapai melalui penelitian ini dengan penelitian terdahulu. Menurut hasil penelitian ini terdapat hubungan yang bermakna antara pajanan musik *rock* dan berat badan tikus. Hal ini berarti bahwa pajanan musik *rock* meningkatkan berat badan pada tikus percobaan.

Hill (2006) meneliti 60 mahasiswa untuk mengukur keadaan emosional setelah mendengar musik *hard rock*, *soft rock*, dan tidak mendengar musik sama sekali menggunakan Skala Penilaian Emosi (EAS). Didapatkan hasil bahwa mendengarkan musik *hard rock* yang diwakili oleh musik Marilyn Manson menyebabkan responden lebih merasa marah, jijik, bersalah, takut, sedih, dan kurang bahagia dibanding dengan responden yang tidak mendengar musik apapun.³³

Gerra *et al* (1998) meneliti mengenai respon neuroendokrin dan emosi 16 subjek penelitian setelah mendengarkan musik *techo*, musik klasik, dan tidak mendengarkan musik sama sekali. Musik *techno* memiliki ciri yang mirip dengan musik *rock* terutama dalam hal ritme yang merupakan penentu efek biologis musik. Didapatkan hasil bahwa pajanan musik *techno* meningkatkan laju jantung, tekanan darah sistolik, dan perubahan signifikan status emosi. Selain itu, sirkulasi neurotransmitter dan hormon berupa β -EP, ACTH, NE, GH, dan CORT juga meningkat setelah mendengar musik *techno*. B-EP merupakan opioid endogen yang bersifat oreksigenik. Sedangkan ACTH, NE, GH, dan CORT disebut juga sebagai hormon stres.¹⁰ Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa musik *rock* dapat memicu stres dan neurohormon yang berkaitan dengan stres.

Michel *et al* (2003) meneliti pengaruh stres terhadap berat badan pada tikus yang secara genetik rentan terhadap peningkatan berat badan akibat makanan. Tikus galur Srague-Dawley yang rentan terhadap peningkatan berat badan akibat

makanan diberi pajanan stres berupa imobilisasi selama 20 menit dalam waktu sembilan hari. Selama masa penelitian tersebut tikus diberi makanan dengan kadar lemak sedang (31%). Hasil yang diperoleh adalah peningkatan berat badan pada tikus tersebut yang lebih tinggi dibanding dengan tikus kontrol.³⁴ Peningkatan berat badan yang disebabkan oleh stres mungkin diperantarai oleh beberapa faktor, diantaranya adalah kekurangan tidur akibat stres, *remodelling* hippocampus, resistensi leptin, peningkatan *reuptake* serotonin, dan fungsi hedonik serta anti-stres dari makan.

Otak merupakan target organ utama dalam respon stres. Stres menyebabkan kekurangan tidur dan mencetus keinginan untuk makan. Kekurangan tidur dapat menyebabkan peningkatan nafsu makan oleh karena peningkatan kadar ghrelin dan penurunan kadar leptin dalam tubuh.³⁵ Salah satu bagian otak yang paling sensitif dan mudah dibentuk adalah hippocampus. Hormon stres menyebabkan *remodelling* struktural pada hippocampus.³⁶ Hal ini menyebabkan gangguan masukan makanan dan regulasi berat badan karena fungsi hippocampus adalah untuk membatasi masukan makanan yang tidak terbatas. Selain itu, lesi pada hippocampus dapat mengakibatkan peningkatan massa tubuh.

Sinyal stres juga mengakibatkan penurunan fungsi retikulum endoplasma yang berdampak pada peningkatan jumlah protein tidak terlipat (*unfolded proteins*). Hal ini disebut sebagai stres retikulum endoplasma. Stres retikulum endoplasma secara signifikan menghambat fosforilasi STAT3 terinduksi leptin yang merupakan proses penting dalam kaskade sinyal leptin di hipotalamus dan batang otak. Dampak dari penghambatan proses ini adalah resistensi leptin yang sering terjadi pada orang dengan obesitas.³⁷ Oleh karenanya dapat disimpulkan bahwa stres dapat menyebabkan resistensi leptin.

Selain sebagai pemenuhan kebutuhan akan energi, perilaku makan juga memiliki fungsi hedonik. Fungsi hedonik perilaku makan yang berpusat di nukleus accumbens dan ventral pallidum diperantarai oleh sistem dopamin mesokortikolimbik dan serotonin yang jumlahnya meningkat saat makan.^{28,38} Stres mengakibatkan peningkatan kadar kortisol yang mampu meningkatkan

ekspresi transporter serotonin yang berfungsi dalam *reuptake* serotonin.³⁹ Serotonin merupakan agen anoreksigenik yang kuat dan meningkat jumlahnya di otak saat makan.³² Oleh karenanya, penurunan jumlah serotonin di celah sinaps dapat memperlambat rasa puas akibat makan.

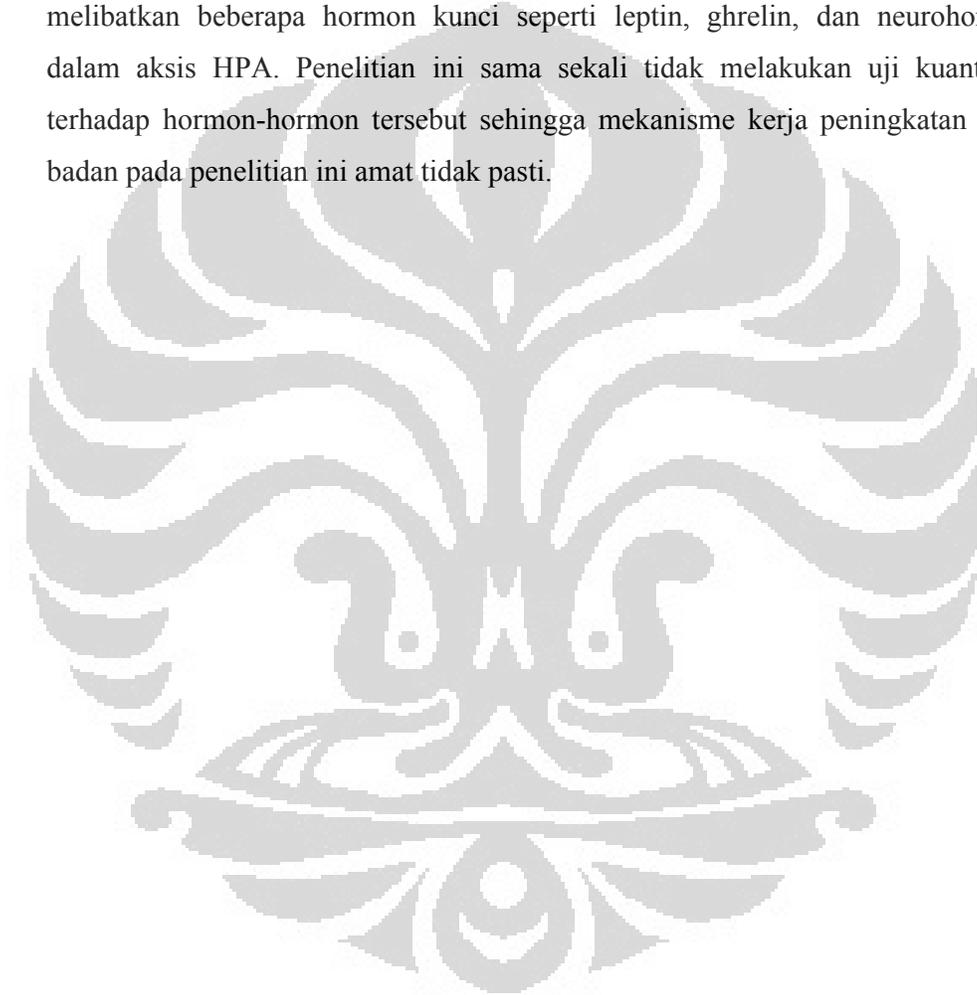
Telah diketahui pula bahwa makanan memiliki fungsi anti-stres. Makanan meningkatkan kadar opioid endogen yang memodulasi respon tubuh terhadap stres.⁴⁰ Selain itu, sel lemak yang penuh akibat perilaku makan akan mengirimkan sinyal anoreksigenik menuju hipotalamus melalui hormon leptin. Hormon ini ternyata juga berperan dalam modulasi respon stres dengan menekan aksis hipotalamus-pituitari-adrenal (HPA).⁴¹ Penekanan aksis HPA ini disebabkan oleh penurunan ekspresi reseptor *cortisol releasing factor* (CRF) tipe 1 di nukleus paraventricular hipotalamus (PVN) oleh leptin.⁴²

Walau pada penelitian ini dianggap bahwa pengaruh musik *rock* terhadap peningkatan berat badan tikus diperantarai oleh respon stres dan kompensasi tubuh terhadap stres itu sendiri, belum ada konsensus yang menyimpulkan bahwa stres memicu peningkatan nafsu makan dan meningkatkan berat badan.⁴⁰ Bahkan pada beberapa penelitian dengan tikus seringkali didapat bahwa stres menyebabkan penurunan nafsu makan dan berat badan.⁴³ Hal ini diperantarai oleh peran CRF yang merupakan agen anoreksigenik yang kuat.³² Walau dikatakan bahwa respon stres berupa perubahan berat badan bersifat individual, seluruh tikus pada penelitian ini menunjukkan peningkatan berat badan setelah diberi musik *rock*. Hal ini mengindikasikan kemungkinan adanya aspek lain dalam musik *rock* yang meningkatkan berat badan diluar dari mekanisme respon stres.

Terdapat beberapa kekurangan dari penelitian ini. Pertama, tikus kontrol yang telah berusia 5 bulan diharapkan tidak akan mengalami perubahan berat badan. Namun pada penelitian ini tikus kontrol tersebut mengalami perubahan berat badan yang cukup berarti. Hal ini mungkin disebabkan oleh tidak adanya waktu adaptasi saat tikus itu dimasukkan ke dalam kandang masing-masing dengan waktu dimulainya penelitian. Tidak dilakukannya masa adaptasi terhadap tikus-

tikus ini disebabkan oleh faktor dana. Oleh karenanya disarankan adanya pemberian masa adaptasi selama minimal 3 hari sebelum memulai penelitian.

Kedua, penelitian ini hanya membahas ada atau tidaknya perubahan nafsu makan dan berat badan pada tikus yang diberi pajanan musik tanpa menghitung besarnya keluaran energi yang penting dalam perhitungan keseimbangan energi. Selain itu, homeostasis berat badan merupakan suatu sistem yang amat kompleks yang melibatkan beberapa hormon kunci seperti leptin, ghrelin, dan neurohormon dalam aksis HPA. Penelitian ini sama sekali tidak melakukan uji kuantitatif terhadap hormon-hormon tersebut sehingga mekanisme kerja peningkatan berat badan pada penelitian ini amat tidak pasti.



BAB 6

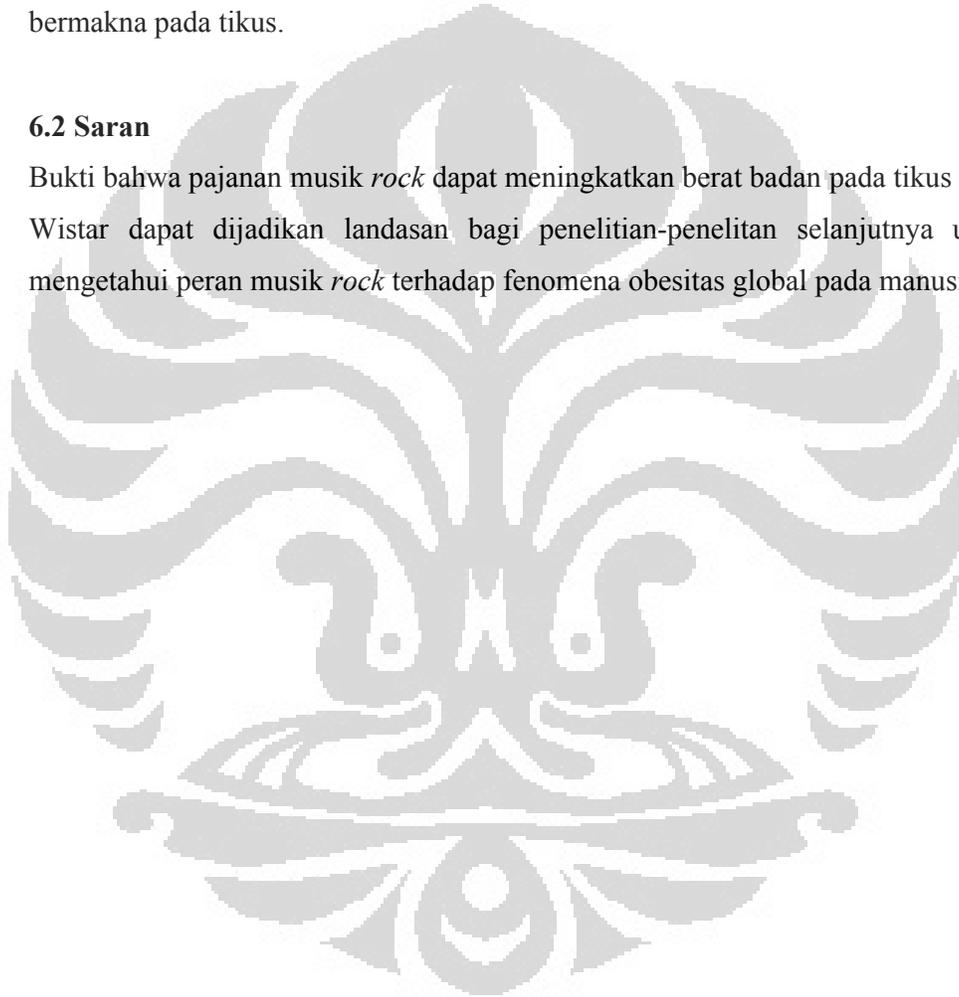
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Melalui riset ini kita mengetahui hubungan antara pajanan musik *rock* terhadap berat badan pada tikus galur Wistar. Mendengarkan musik *rock* selama empat jam sehari dalam 15 hari berhubungan dengan peningkatan berat badan yang bermakna pada tikus.

6.2 Saran

Bukti bahwa pajanan musik *rock* dapat meningkatkan berat badan pada tikus galur Wistar dapat dijadikan landasan bagi penelitian-penelitian selanjutnya untuk mengetahui peran musik *rock* terhadap fenomena obesitas global pada manusia.



DAFTAR REFERENSI

1. Sherwood L. Energy balance and temperature regulation. In: Human physiology from cells to systems. Ed. 5. Belmont: Brooks/Cole-Thomson Learning; 2004. p. 647-63.
2. Flier JS, Maratos-lie E. Obesity. In: Kasper, Braunwald, Fauci, Hauser, Longo, Jameson (editor). Harrison's principle of internal medicine. New York: McGraw-Hill; 2005. p. 422-9.
3. Anonim. Obesitas. Depkes RI 19-20 Januari 2005. [diunduh 15 Januari 2007] Tersedia dari: URL:
<http://www.depkes.go.id/index.php?option=news&task=viewarticle&sid=750&Itemid=2>.
4. Wisotsky W, Swencionis C. Cognitive behavioral approaches in the management of obesity. *Adolescence Medicine* 2003;14(1):37.
5. Reus VI, Frederick-Osborne S. Psychoneuroendocrinology. Dalam: Kaplan & Sadock's comprehensive textbook of psychiatry. Ed 7[CD-ROM]. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia. 2000
6. Kishi T, Elmquist JK. Body weight is regulated by the brain: a link between feeding and emotion. *Molecular Psychiatry* 2005:1-15.
7. Lewis PA. Musical Minds. *Trends in Cognitive Sciences* 2002; 6(9):364-5.
8. Stefano GB, Zhu W, Cadet P, Salamon E, Mantione KJ. Music alters constitutively expressed opiate and cytokine processes in listeners. *Med Sci Monit* 2004;10(6):18-27.
9. Bittman BB, Berk LS, Felten DL, Westengard J, Simonton C, Pappa J, et al. Composite effects of group drumming music therapy on modulation of neuroendocrine-immune parameters in normal subjects. *Alternative Therapies* 2001;7(1):38-45.
10. Gerra G, Zaimovic A, Franchini D, Palladino M, Giucaastro G, Reali N, et al. Neuroendocrine responses of healthy volunteers to techno-music: relationship with personality traits and emotional state. *Int J Psychophysiol* 1998;28(1):99-111.

11. Tornek A, Field T, Hernandez-Reif M, Diego M, Jones N. Music effects on EEG in intrusive and withdrawn mothers with depressive symptoms. *Psychiatry* 2003;66(3):234.
12. Sutoo D, Akiyama K. Music improves dopaminergic neurotransmission: demonstration based on the effect of music on blood pressure regulation. *Brain Research* 2004;1016:255-62.
13. The Recording Industry Association of America. 2006 consumer profile. [Cited 14 July 2007] Available from: URL: <http://www.riaa.com>.
14. Campbell D. Efek Mozart: memanfaatkan kekuatan musik untuk mempertajam pikiran, meningkatkan kreativitas, dan menyehatkan tubuh. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama; 2001.
15. Blair School of Music. Principles of acoustics: what is sound?. [Cited 17 July 2007]. Available from: URL: <http://ftp.ec.vanderbilt.edu/computermusic/musc21site/what.is.sound.html>.
16. Pagewise. The four elements of music – melody, harmony, rhythm, and dynamics. [Cited 15 March 2007]. Available from: URL: http://nd.essortment.com/elementsmusic_rllc.htm.
17. Anonymous. Rock Music. [Cited 17 July 2006]. Available from: URL: http://en.Wikipedia.org/wiki/rock_music.
18. Merritt S. Mind, music, and imagery: unlocking the treasures of your music. Santa Rosa CA: Aslan Publishing; 1996.
19. Bacchiocchi S. A closer look at rock music. *End time issues* 2000; 36:6-23.
20. Watkins T. Is music neutral?. 2006. [Cited 15 March 2008]. Available from: URL: <http://www.av1611.org/neutral.html>.
21. Rolls ET. A theory of emotion and consciousness and its application to understanding the neural basis of emotion. In: Gazzaniga (editor). *The cognitive neurosciences*. The MIT Press; 1995.p. 1091-106.
22. Ledoux JE. In search of an emotional system in the brain: leaping from fear to emotion and consciousness. In: Gazzaniga (editor). *The cognitive neurosciences*.. The MIT Press; 1995.p. 1049-62.
23. Silverthron DU, Ober WC, Garrison CW, Silverthron AC. *Human physiology an integrated approach*. Ed. 2. New Jersey: Prentice Hall; 2001.

24. Provenze FD, Villalba JJ, Cheney CD, Werner SJ. Self-organization of foraging behaviour: from simplicity to complexity without goals. *Nutrition Research Reviews* 1998;(11): 199-222.
25. Frary CD, Johnsons RK. Energy. In: Mahan K, Escott-Stumps E (editors). Krause's food, nutrition, and diet therapy. Ed. 11. Philadelphia: Saunders; 2004. p. 22-5.
26. Nathan P. Needs, desires, and emotion. In: Nathan P (editor). The nervous system. Ed. 2. Oxford: Oxford University Press;1982. p. 126-35.
27. Moran TH, Schukin J. Curt richter and regulatory physiology. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2000; 279(2):357-63.
28. Bear MF, Connors BW, Paradiso MA. The brain and behavior. In: Bear MF (editor). Neuroscience exploring the brain. 2nd ed. Baltimore and Philadelphia: Lippincot Williams & Wilkins; 2001. p. 497-551
29. Woods SC, Taborsky CJ Jr, Porte D Jr. CNS control of nutrient homeostasis. In: Mountcastle VB (editor). Handbook of physiology: a critical, comprehensive presentation of physiological knowledge and concepts. New Jersey: American Physiol Society; 1986. p. 365-71.
30. Voet D, Voet JG. Energy metabolism: integration and organ specialization. In: Voet D (editor). Biochemistry. Ed. 3. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.; 2004. p. 1061-5.
31. Plum L, Belgardt BF, Brüning JC. Central insulin action in energy and glucose homeostasis. *J. Clin. Invest* 2006;(11):1761-6.
32. Geary N, Smith GP. Appetite. In : Kaplan & Sadock's comprehensive textbook of psychiatry. Ed 7[CD-ROM]. Lippincott Williams &Wilkins. Philadelphia; 2000.
33. Hill J. Assessing the influence of *rock* music on emotions. *Chrysalis: The Murray State University Journal of Undergraduate Research* 2006.
34. Michel C, Levin BE, Dunn-Meynell AA. Stress facilitates body weight gain in genetically predisposed rats on medium-fat diet. *Am J Physiol Regul Interg Comp Physiol* 2003;285:791-9.
35. Spiegel K, Tasali E, Penev P, Van Cauter E. Brief communication: sleep curtailment in healthy young men is associated with decreased leptin levels,

- elevated ghrelin levels, increased hunger and appetite. *Ann Intern Med* 2004;141:846-50.
36. McEwen BS. Physiology and neurobiology of stress and adaptation: central role of the brain. *Physiol Rev* 2007;87:873-904.
37. Hosoi T, Sasaki M, Miyahara T, Hashimoto C, Matsuo S, Yoshii M, et al. Endoplasmic reticulum stress induces leptin resistance. *American Society for Pharmacology and Experimental Therapeutics* 2008;32:52-4.
38. Peciña S, Smith KS, Berridge KC. Hedonic hot spots in the brain. *The neuroscientist* 2006;12(6):500-11.
39. Tafet GE, Toister-Achituv M, Shinitzky M. Enhancement of serotonin uptake by cortisol: a possible link between stress and depression. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience* 2001;1:96-104.
40. Benton D. Carbohydrate ingestion, blood glucose and mood. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 2002;26:293-308.
41. Heiman ML, Ahima RS, Craft LS, Schoner B, Stephens TW, Flier JS. Leptin inhibition of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis in response to stress. *Endocrinology* 1997;138:3859-63.
42. Huang Q, Timofeeva E, Richard D. Regulation of corticotropin-releasing factor and its types 1 and 2 receptors by leptin in rats subjected to treadmill running-induces stress. *Journal of Endocrinology* 2006;191:179-88.
43. Harris RBS, Zhou J, Youngblood BD, Rybkin II, Smagin GN, Ryan DH. Effect of repeated stress on body weight and body composition of rats fed low- and high-fat diets. *Am J Physiol Regulatory Integrative Comp Physiol* 1998;275:1928-38.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Komposisi dan Cara Pembuatan Makanan Tikus

NO	Komposisi	Protein (%)	Lemak (%)	Berat (kg)	Berat (%)
1	Beras	7,0	1	10,0	53,8
2	Kacang kedelai rebus	40	18	4,5	24,2
3	Kacang tanah goreng	27	44	1,5	8,1
4	Skim milk powder high quality	35	-	2,0	10,8
5	Minyak kelapa	-	98	250 ml	1,2
6	Garam dapur	-	-	0,15	0,8
7	Tepung tulang	-	-	0,25	1,3
8	Top mix* (vitamins + minerals)	-	-	0,014	+
				± 18,6 kg	100%

Komposisi rata-rata :

Crude protein : 19,4%

Total fat : 9,1%

Total energy : ± 370 Cals

NPU-standard : 59

NPU-operative : 46

*Topmix, tiap 1 kg mengandung:

Vitamin A : 1.200.000 IU	Manganese : 1200 mg
Vitamin D3 : 200.000 IU	Iron : 2000 mg
Vitamin E : 800 IU	Iodine : 20 mg
Vitamin B1 : 200 mg	Zinc : 10.000 mg
Vitamin B2 : 500 mg	Cobalt : 20 mg
Vitamin B6 : 50 mg	Copper : 400 mg
Vitamin B12 : 1200 mcg	Santoquin : 1.000 mg
Vitamin K : 200 mg	Zinc Bacitracin : 21.000 mg
Vitamin C : 2500 mg	Choline chloride : 1000 mg
Ca D-pantothenate : 600 mg	Methionine : 3000 mg
Niacin : 4000 mg	Lysine : 3000 mg

(lanjutan)

Alat : - Kompor gas, panci, kual, mortar, oven pengering
- Mesin: giling, aduk, dan pellet.

Cara Kerja :

1. Rebus kacang kedelai hingga matang, giling halus.
2. Goreng kacang tanah hingga matang, campur dengan beras, aduk lalu digiling halus.
3. Campur tepung tulang dengan garam dapur dan Top Mix (vitamin + mineral), aduk-aduk, selanjutnya dicampur lagi dengan Skim milk hingga homogen.
4. Campuran no.2 dicampur dengan campuran no.3, aduk hingga rata dan campur lagi dengan minyak kelapa, aduk hingga homogen.
5. Kacang kedelai giling (no.1) dicampur dengan campuran no.4, aduk hingga homogen.
6. Cetak campuran no.5 menggunakan mesin pellet.
7. Keringkan pellet kedalam oven pengering hingga kering.
8. Simpan pellet kering pada tempat yang telah ditentukan.

Lampiran 2. Data Berat Badan Tikus per 3 Hari

2.1 Data Berat Badan Tikus Kontrol (C) per 3 Hari (dalam Gram)

No.	Berat Badan awal (7/8'8)	Berat Badan (10/8'8)	Berat Badan (13/8'8)	Berat Badan (16/8'8)	Berat Badan (19/8'8)	Berat Badan (22/8'8)
C1	198,5	208,0	206,0	211,0	212,5	214,0
C2	226,0	226,0	229,5	233,0	241,5	244,3
C3	209,5	217,5	216,5	222,0	230,0	232,5
C4	200,5	210,0	213,5	211,0	218,0	216,2
C5	218,0	221,5	219,5	223,0	223,5	225,2
C6	233,0	236,5	240,0	242,0	245,5	246,0
C7	227,5	238,5	238,5	242,0	250,0	250,0
C8	183,0	185,0	185,5	182,0	194,5	195,8
C9	205,5	210,0	211,0	210,5	214,5	213,5
C10	236,0	236,0	238,0	245,0	248,5	246,5
C11	239,5	254,0	252,9	253,0	255,0	257,3
C12	184,0	183,0	187,0	189,5	195,0	197,3
C13	237,0	238,5	238,7	238,5	241,5	240,0
C14	203,0	210,0	212,0	200,0	215,5	217,3
C15	186,0	187,5	193,0	195,5	198,5	199,5
C16	211,0	214,5	211,0	212,5	217,5	215,5
C17	198,0	197,0	199,6	202,5	204,0	209,3
C18	219,0	220,0	222,0	223,0	219,5	223,1

(lanjutan)

2.2 Data Berat Badan Kelompok Musik *Rock* (B) per 3 Hari (dalam Gram)

No.	Berat Badan awal (7/8'8)	Berat Badan (10/8'8)	Berat Badan (13/8'8)	Berat Badan (16/8'8)	Berat Badan (19/8'8)	Berat Badan (22/8'8)
B1	194,5	198,5	201,0	204,5	205,0	209,3
B2	231,0	235,5	233,0	239,8	240,0	244,0
B3	218,0	226,5	232,5	239,5	241,5	246,2
B4	206,5	208,0	211,5	215,0	220,0	222,0
B5	225,0	224,5	232,0	231,0	246,0	252,3
B6	220,7	225,0	233,5	235,5	239,5	243,0
B7	197,3	205,5	206,7	209,0	214,0	217,0
B8	186,0	196,0	198,7	200,0	206,0	204,5
B9	223,5	224,0	226,6	233,3	236,5	236,1
B10	213,0	213,5	214,3	216,0	217,0	217,8
B11	186,0	184,5	190,0	192,5	195,0	198,1
B12	208,5	218,0	218,0	223,0	226,7	230,4
B13	235,0	239,6	242,5	245,6	250,5	256,3
B14	186,5	191,0	191,0	192,5	195,0	194,1
B15	196,0	197,0	200,5	201,5	205,0	209,5
B16	200,7	202,2	206,0	208,2	210,0	211,6
B17	208,0	226,5	227,5	234,8	235,0	238,8
B18	212,0	216,5	221,5	226,3	233,0	236,1