

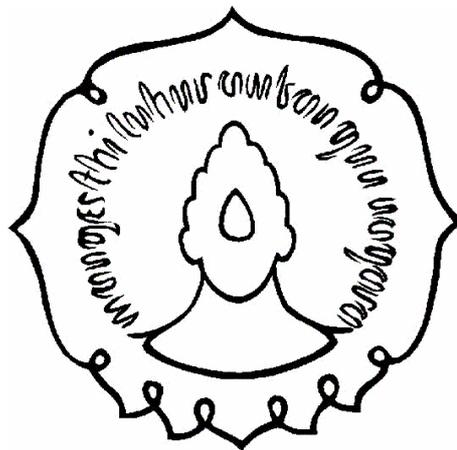
EFEK DIURETIK KOPI SUSU PADA TIKUS PUTIH (*Rattus norvegicus*)

DENGAN VARIASI JENIS SUSU

Skripsi

Untuk memenuhi sebagian persyaratan guna

memperoleh gelar sarjana sains



Oleh :

Dina Angelia Bistani

M 0402021

JURUSAN BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SEBELAS MARET

SURAKARTA

2006

PENGESAHAN

SKRIPSI

**EFEK DIURETIK KOPI SUSU PADA TIKUS PUTIH (*Rattus norvegicus*)
DENGAN VARIASI JENIS SUSU**

Oleh :
Dina Angelia Bistani
NIM. M0402021

telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal
dan dinyatakan telah memenuhi syarat
Surakarta, 2006

Menyetujui

Penguji III/Pembimbing I

Penguji I

Shanti Listyawati, M.Si.

Prof. Drs. Sutarno, M.Sc. Ph.d

NIP. 132 169 256

NIP. 131 649 948

Penguji IV/Pembimbing II

Penguji II

Ahmad Dwi Setyawan, M.Si.

Drs. Wiryanto, M.Si.

NIP. 132 162 556

NIP. 131 124 613

Mengesahkan :

Dekan F MIPA

Ketua Jurusan Biologi

Drs. Marsusi, M.S.

Drs. Wiryanto, M.Si.

NIP. 130 906 776

NIP. 131 124 613

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil penelitian saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah tertulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari dapat ditemukan adanya unsur penjiplakan, maka gelar kesarjanaan yang telah diperoleh dapat ditinjau dan/ atau dicabut

Surakarta, Oktober 2006

Dina Angelia Bistani

NIM. M0402021

ABSTRAK

Dina Angelia Bistani. 2006. EFEK DIURETIK KOPI SUSU PADA TIKUS PUTIH (*Rattus norvegicus*) DENGAN VARIASI JENIS SUSU. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret. Surakarta

Kafein dalam kopi dapat menyebabkan diuretik lemah karena kafein meningkatkan filtrasi glomerulus dan menurunkan reabsorpsi natrium di tubulus ginjal. Beberapa orang sengaja mencampurkan susu ke dalam kopi karena tidak menyukai rasa pahit yang ditimbulkan kafein. Susu mengandung glukosa yang dapat menyebabkan diuretik osmotik yang meningkatkan ekskresi urin.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efek diuretik yang ditimbulkan oleh pemberian kopi susu pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan secara oral dengan adanya variasi jenis susu.

Penelitian ini dilaksanakan di Sub Laboratorium Biologi, Laboratorium Pusat MIPA UNS, Surakarta, Jawa tengah. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan lima kelompok perlakuan dan empat ulangan pada tiap kelompok. Perlakuan yang diberikan terhadap kelompok-kelompok ini adalah : Kelompok I: akuades, Kelompok II: larutan kopi, Kelompok III: larutan kopi + susu kental manis, Kelompok IV: larutan kopi + susu kedelai, dan Kelompok V: larutan kopi + susu skim. Parameter yang digunakan untuk sifat fisik urin adalah volume, warna, kejernihan, pH, dan berat jenis. Parameter yang digunakan untuk sifat kimia urin adalah analisis glukosa dengan uji Benedict untuk kualitatif dan spektrofotometri untuk kuantitatif, serta analisis kadar NaCl dengan metode Fantus. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan Anova dan dilanjutkan dengan uji DMRT dengan taraf signifikansi 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi jenis susu tidak berpengaruh pada volume, warna, kejernihan, pH, berat jenis, dan kandungan glukosa urin setelah 4 jam perlakuan, namun berpengaruh pada kandungan NaCl urin setelah 4 jam perlakuan.

Kata kunci : kopi susu, variasi jenis susu, diuretik, urin

ABSTRACT

Dina Angelia Bistani. 2006. DIURETIC EFFECT OF MILK COFFE ON WHITE RAT (*Rattus norvegicus*) WITH VARIATION OF MILK KINDS. Biology Departement. Faculty of Mathemathic and Natural Sciences. Sebelas Maret University. Surakarta.

Caffeine contents in coffee is a mild diuretic which increase glomerule filtration and reduced natrium reabsorbtion in ren tubule. Some people mixed milk into the coffee because they do not like the bitter taste from caffeine. Milk contains glucose which could made osmotic diuretic and increase urine excretion.

The aims of this research were to find out the diuretic effects of orally intakes of coffee milk on white males rat (*Rattus norvegicus*) with variation of milk kind.

This research was done in Biology Sub Laboratory, Central Laboratory of MIPA UNS, Surakarta, Central Java. Complete Randomized Design with five groups and four replications to each group was used in this study. The treatments applied for those groups were : Group I: aquades, Group II: coffee solution, Group III: coffee + sweetened condensed milk solution, Group IV: coffee + soymilk solution, and Group V: coffee + skim milk solution. The parameters used for the physical characteristics of the urine were volume, colour, clearness, pH and density. The parameters used for the chemical characteristics were glucose analysis by Benedict test for qualitative and spectrophotometry for quantitative, also analysis of NaCl content by Fantus method. The data were analyzed by using analysis of variance (Anova) and continued with Duncan Multiple Range Test (DMRT) at significant level 5%.

The result showed that variation of milk kind were not effect on volume, colour, clearness, pH, density, and glucose content after 4 hours treatments, but effect on NaCl content after 4 hours treatments.

Keywords : coffee milk, variation of milk kinds, diuretic, urine

MOTTO

*“ Be careful for nothing; but in everything by prayer and supplication with
thanksgiving let your requests be made unto God”
(Philippians 4 : 6)*

*“When bad things happen, don’t give up. The day will come when you will look
back and laugh at them”
(Nuriko – Fushigi Yuugi)*

*“I wonder who decided that birds are free. Even though they can fly as they
desire, if there isn’t a place to land or...if there isn’t a branch they can rest their
wings...they may even regret having wings to fly. The true freedom might mean
having a place to return...”
(Komyo – Gensoumaden Saiyuki)*

*“There is no such things as a perfect person. That is why we can’t live alone”
(Chichiri – Fushigi Yuugi)*

*“Regret is something that makes you start thinking what you should do to avoid
going through all that suffering again “
(Sorata Arisugawa – X 1999)*

PERSEMBAHAN

I dedicate this simple work to :

God Mercy for all the bless and the answer for all my prayers

Mother Maria.... for all the prayers and the love

St. Gabrielle and St. Jeanne d'Arc...for guiding and guarding me all the time

My parents...for all their endless loves and cares

My brother Frans ...for his interest

My teachers...for all the guidance

My friends, thanks for all the supports

I love you all

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur ke hadirat Tuhan YME yang senantiasa melimpahkan rahmat dan karuniaNya, sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi dengan judul Efek Diuretik Kopi Susu pada Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) dengan Variasi Jenis Susu merupakan salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Kafein adalah alkaloid yang terdapat dalam biji kopi (*Coffea robusta* / *Coffea arabica*) dan merupakan senyawa yang menimbulkan rasa pahit pada kopi. Kafein dalam kopi dapat menyebabkan diuretik lemah karena kafein meningkatkan filtrasi glomerulus dan menurunkan reabsorpsi natrium di tubulus ginjal. Minuman kopi seringkali dikonsumsi dalam bentuk campuran bersama susu sehingga membentuk kopi susu, supaya dapat mengurangi rasa pahit yang ditimbulkan kafein. Jenis susu yang sering digunakan sebagai campuran dalam kopi susu adalah susu kental manis, susu kedelai, dan susu skim. Di dalam susu terkandung glukosa, yang merupakan senyawa diuretik osmotik yang dapat meningkatkan ekskresi urin berdasarkan perbedaan tekanan osmotik di dalam cairan tubuh. Studi tentang efek diuretik kopi susu pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) dengan variasi jenis susu diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh glukosa dalam susu terhadap efek diuretik yang timbul dari kafein dalam kopi saat kopi dikonsumsi dalam bentuk kopi susu.

Surakarta, Oktober 2006

Dina Angelia Bistani

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang masalah	1
B. Perumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
BAB II. LANDASAN TEORI	4
A. Tinjauan Pustaka	4
1. Kafein dalam Kopi	4

2. Susu Kental Manis	8
3. Susu Kedelai	9
4. Susu Skim	10
5. Anatomi dan Histologi Ginjal	12
6. Proses Pembentukan Urin	13
7. Diuretik	15
8. Pengaturan Ekskresi Na ⁺ dan Cl ⁻	17
9. Urin	19
B. Kerangka pemikiran	21
C. Hipotesis	21
BAB III. METODE PENELITIAN	23
A. Waktu dan Tempat	23
B. Bahan dan Alat	23
C. Cara Kerja	25
D. Analisis Data	29
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
BAB V. PENUTUP	47
A. Kesimpulan	47
B. Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
HALAMAN UCAPAN TERIMA KASIH	52
LAMPIRAN	54
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	69

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Perbandingan Komposisi Susu Kedelai dengan Susu Skim.....	9
Tabel 2. Perbandingan Komposisi Susu Skim dengan Susu Kental Manis	12
Tabel 3. Mekanisme Pengaruh Beberapa Diuretik	16
Tabel 4. Rerata Hasil Pengukuran Volume Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 Jam setelah Perlakuan	30
Tabel 5. Rerata Kadar Glukosa (mg/dL) dalam Larutan Perlakuan	33
Tabel 6. Rerata Hasil Pengukuran pH Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 Jam setelah Perlakuan	37
Tabel 7. Rerata Hasil Pengukuran Berat Jenis Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 Jam setelah Perlakuan	38
Tabel 8. Rerata Hasil Pengukuran Kadar Glukosa Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 Jam setelah Perlakuan	41
Tabel 9. Rerata Hasil Pengukuran Kadar NaCl Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 Jam setelah Perlakuan	44

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Diagram Ginjal yang Menunjukkan Proses Filtrasi, Sekresi, dan Reabsorpsi	14
Gambar 2. Tempat Kerja Diuretik pada Tubulus Ginjal	18
Gambar 3. Skema Kerangka Pemikiran	22
Gambar 4. Warna dan Kejernihan Urin Tikus Putih setelah 4 Jam Perlakuan	35

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1a. Hasil Pengukuran Volume (mL) Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 Jam setelah Perlakuan	55
Lampiran 1b. Hasil Pengukuran pH Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 Jam setelah Perlakuan	55
Lampiran 1c. Hasil Pengukuran Berat Jenis (g/mL) Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 Jam setelah Perlakuan	55
Lampiran 1d. Hasil Pengukuran Kadar NaCl (g/L) Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 Jam setelah Perlakuan	56
Lampiran 1e. Hasil Pengukuran Kadar Glukosa (mg/dL) Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 Jam setelah Perlakuan	56
Lampiran 1f. Rerata Hasil Pengukuran Sifat Fisik Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 Jam setelah Perlakuan	56
Lampiran 2. Uji ANOVA terhadap Volume Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 jam setelah Perlakuan	57
Lampiran 3a. Hasil Pengukuran Kadar Glukosa dalam Larutan Kopi, Larutan Kopi dengan Penambahan Susu Kental Manis, Larutan Kopi dengan Penambahan Susu Kedelai, dan Larutan Kopi dengan Penambahan Susu Skim	58
Lampiran 3b. Uji ANOVA dan DMRT terhadap Kadar Glukosa dalam Larutan Kopi, Larutan Kopi dengan Penambahan Susu Kental Manis, Larutan Kopi dengan Penambahan Susu Kedelai, dan Larutan Kopi dengan Penambahan Susu Skim	58
Lampiran 4. Uji ANOVA terhadap pH Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 jam setelah Perlakuan	60
Lampiran 5. Uji ANOVA terhadap Berat Jenis Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 jam setelah Perlakuan	61
Lampiran 6. Uji ANOVA terhadap Kadar Glukosa Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 jam setelah Perlakuan	62
Lampiran 7. Uji ANOVA dan DMRT terhadap Kadar NaCl Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 jam setelah Perlakuan	63

	Halaman
Lampiran 8. Gambar Kandang Perlakuan	65
Lampiran 9a. Pembuatan Reagensia	66
Lampiran 9b. Pembuatan Larutan Arsenomolibdat	66
Lampiran 10. Penentuan Kadar Kafein	67

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kafein secara medis dikenal sebagai trimethylxanthine dan sangat berguna sebagai pemicu jantung, pemicu respirasi dan senyawa diuresis (Erowid, 2005). Bagi masyarakat umum kafein digunakan untuk sumber energi, meningkatkan kewaspadaan dan memicu tubuh agar terjaga lebih lama, terutama bagi pilot, supir truk, petugas jaga, tim SAR, serta pelajar, termasuk mahasiswa yang ingin terjaga lebih lama di malam hari. Banyak pula orang yang merasa bahwa mereka tidak dapat bekerja di pagi hari tanpa meminum secangkir kopi sebagai sumber kafein yang dapat membuat mereka lebih berkonsentrasi pada kegiatan mereka .

Kafein umumnya dikonsumsi dalam bentuk teh, minuman ringan dan terutama kopi. Ada berbagai macam cara penyajian kopi sebagai minuman yang dikenal masyarakat, yaitu kopi tumbuk murni, kopi instant tanpa campuran atau yang dikenal sebagai kopi original (kopi “0”), kopi “2 in 1” dengan penambahan gula, “3 in 1” dengan penambahan gula dan susu, espresso, kopi dengan krim, dan sebagainya. Jenis kopi yang paling banyak disukai adalah kopi “3 in 1”, espresso dan kopi dengan krim, karena rasanya tidak pahit seperti kopi tumbuk atau kopi instant original dan lebih enak sehingga anak-anakpun seringkali mau meminumnya.

Kafein dapat menimbulkan beberapa efek jangka pendek seperti peningkatan denyut jantung, peningkatan respirasi, kecepatan metabolisme basal, refleks gastrointestinal, dan produksi asam lambung serta urin (Erowid, 2005),

sehingga setelah meminum kopi seseorang cenderung lebih sering ingin buang air. Perubahan ini bervariasi bagi setiap orang dan bergantung pada sensitivitas individu terhadap obat, metabolisme, dan sering atau tidaknya mengonsumsi kafein. Lamanya efek kafein dipengaruhi oleh status hormonal seseorang, kebiasaan merokok, sedang menjalani pengobatan atau memiliki penyakit yang merusak fungsi hati (Erowid, 2005).

Menurut Mutschler (1991) kafein dalam kopi dapat menyebabkan diuretika lemah karena kafein meningkatkan filtrasi glomerulus dan penurunan reabsorpsi natrium di tubulus ginjal. Walaupun efek diuresis kafein tidak cukup untuk digunakan sebagai terapi, tetapi pengaruhnya cukup mengganggu terutama bagi mereka yang karena tugasnya, kesempatan ke kamar kecil relatif terbatas, seperti pilot, petugas jaga atau supir truk yang harus mengemudi jarak jauh.

Beberapa orang sengaja mencampurkan susu ke dalam kopi karena tidak menyukai rasa pahit yang ditimbulkan kafein. Jenis susu yang sering digunakan sebagai tambahan dalam pembuatan minuman kopi adalah susu kental manis, susu nabati atau susu kedelai, dan susu skim. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana perbandingan pengaruh ketiga jenis susu tersebut terhadap efek diuretik yang disebabkan oleh kopi

B. Perumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dikemukakan, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut: Bagaimanakah efek diuretik kopi susu pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) dengan adanya variasi jenis susu?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek diuretik kopi susu pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) dengan adanya variasi jenis susu.

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat mengenai pengaruh variasi jenis susu terhadap efek diuretik dari kopi susu

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Kafein dalam Kopi

Kafein adalah alkaloid yang terdapat dalam biji kopi (*Coffea robusta* / *Coffea arabica*), yang berasal dari Arab dan Etiopia. Sekitar tahun 1000 M, orang-orang Arab menemukan rahasia cara mengolah biji kopi dan menggunakannya sebagai minuman yang menyegarkan. Di Eropa, kebiasaan minum kopi dikenal sejak tahun 1615, ketika muatan kopi pertama dari Turki tiba di pelabuhan Venesia. Kemudian, tumbuhan kopi diselundupkan ke Brasilia yang kini menjadi produsen kopi terbesar di dunia. Selanjutnya kopi menyebar ke seluruh penjuru dunia, termasuk Indonesia (Tjay dan Rahardja, 2002).

Dalam Erowid (2005) dikemukakan bahwa kafein (Inggris: *caffeine*) terkandung sebanyak 1 – 2,5 % dalam kopi, dikenal dengan nama kimia 3,7-dihydro-1,3,7-trimethyl-1H-purine-2,6-dione atau 1,3,7-trimethylxanthine, dengan rumus kimia $C_8H_{10}N_4O_2$ dan memiliki berat molekul 194,19. Menurut Weinberg dan Bealer (2001) kafein murni pertama kali diisolasi oleh ilmuwan Jerman, Friedrich Ferdinand Runge, pada tahun 1819. Saat diisolasi dalam bentuk murni, kafein memiliki bentuk serbuk kristal putih yang rasanya sangat pahit, dan dapat diperoleh melalui proses “decaffeinating” kopi. Kafein inilah yang menimbulkan rasa pahit pada kopi.

Kafein merupakan senyawa aditif yang dalam beberapa aksinya memiliki mekanisme yang sama dengan amphetamine, kokain dan heroin untuk

merangsang otak. Efek kafein lebih lemah daripada amphetamine, kokain dan heroin, tetapi memanipulasi jalur yang sama, hal inilah yang menjadi salah satu kualitas aditif kafein. Oleh karena itu banyak orang yang merasa tidak dapat bekerja tanpa meminum kopi dan harus mengkonsumsinya setiap hari karena sudah kecanduan kafein (Erowid, 2005).

Kafein diabsorpsi secara cepat melalui usus ke pembuluh darah dan membutuhkan waktu 15-45 menit untuk mencapai puncaknya. Tingkat kafein dalam darah yang mencapai otak akan menunjukkan besarnya efek yang akan ditimbulkan pada tubuh. Biasanya sistem saraf pusat dirangsang maksimal dalam 30-60 menit (Erowid, 2005)

Kafein dimetabolisme dalam hati dengan bantuan enzim *cytochrome P450 oxidase* dan menghasilkan tiga metabolit dimethylxanthine, yang masing-masing memiliki efek tersendiri dalam tubuh. Menurut Dews (1984) ketiga metabolit tersebut adalah:

- a. Paraxanthine (84%) – bertanggung jawab dalam meningkatnya proses lipolisis, sehingga mendorong pelepasan gliserol dan asam lemak menuju darah untuk digunakan sebagai sumber energi bagi otot
- b. Theobromine (12%) – memacu dilatasi pembuluh darah dan meningkatkan volume urin (efek diuretik)
- c. Theophylline (4%) - mendorong relaksasi otot bronkus sehingga dapat digunakan dalam perawatan asma, dan berperan sebagai chronotrope dan inotrope yang meningkatkan frekuensi denyut jantung

Biasanya sisa metabolisme ini diekskresi bersama urin dalam bentuk metal urat atau methylxanthine, meskipun kafein juga dapat diekskresi melalui ludah, semen, dan air susu ibu (ASI) (Weinberg dan Bealer, 2001)

Kafein akan terus memberikan pengaruh dalam tubuh selama masih terkandung di dalam darah, tetapi biasanya akan segera diekskresi setelah beberapa jam. Waktu yang dibutuhkan tubuh untuk mengeliminasi setengah dari total kafein yang dikonsumsi bervariasi dari beberapa jam hingga beberapa hari, tetapi untuk orang dewasa yang tidak merokok rata-rata adalah 3-4 jam. Beberapa faktor yang mempengaruhinya adalah pengobatan, penyakit hati, kehamilan, dan jumlah enzim dalam hati yang dibutuhkan untuk metabolisme kafein (Erowid, 2005).

Menurut Brain (2005) kafein cepat diabsorpsi setelah pemberian secara oral, rektal, atau parenteral, didistribusikan ke seluruh tubuh dengan volume distribusi 400 – 600 mL/kg dan memiliki waktu paruh plasma antara 3-7 jam. Dalam keadaan perut kosong sediaan kafein dalam bentuk cair dapat menghasilkan kadar puncak dalam plasma setelah 1 jam.

Kafein berkhasiat menstimulasi sistem saraf pusat (SSP), dengan efek menghilangkan rasa letih, lapar, dan mengantuk, memperkuat daya konsentrasi dan meningkatkan kecepatan reaksi, serta memperbaiki prestasi otak dan suasana jiwa. Kafein juga berefek inotrop positif terhadap jantung (memperkuat daya kontraksi), vasodilatasi perifer, dan diuretik (Tjay dan Rahardja, 2002). Pada taraf seluler kafein menghambat enzim fosfodiesterase yang menyebabkan translokasi Ca^{2+} , dan memblokir reseptor adenosine (Ritchie, 1996).

Salah satu efek kafein yang timbul dalam jangka waktu pendek adalah efek diuretik. Efek ini timbul karena kafein dapat meningkatkan laju filtrasi glomerulus dan menurunkan reabsorpsi natrium di tubulus ginjal. Efek ini dapat timbul pada pemberian kafein 85-250 mg atau sebanding dengan 1-3 cangkir kopi (Mutschler, 1991)

Beberapa orang menduga bahwa konsumsi kafein pada saat melakukan olah raga atau kerja berat dapat menyebabkan dehidrasi karena kafein mempunyai efek diuretik, tetapi hasil analisis Armstrong (2002) yang berfokus pada rata-rata jumlah kafein yang dikonsumsi (sekitar 1-4 cangkir kopi per hari) mengindikasikan bahwa:

- a. Saat mengkonsumsi minuman berkafein, tubuh menahan sejumlah cairan untuk mencegah dehidrasi
- b. Konsumsi kafein dalam jumlah sedang menyebabkan diuresis lemah yang serupa dengan air (saat dikonsumsi dalam jumlah banyak air akan meningkatkan ekskresi urin)
- c. Orang yang terbiasa meminum kafein memiliki toleransi tinggi terhadap efek diuretik dari kafein
- d. Tidak ada hubungan antara konsumsi minuman berkafein dengan ketidakseimbangan cairan elektrolit yang mengganggu kesehatan atau kemampuan berolahraga.

Sensitivitas setiap orang terhadap kafein berbeda-beda, beberapa orang dapat minum beberapa cangkir kopi selama satu jam dan tidak mengalami efek apapun, sedangkan beberapa orang lain segera merasakan efeknya hanya dengan

sekali minum. Hal ini juga bergantung pada jenis kopi yang diminum (original atau *decaffeinated*) serta penggunaan bahan campuran seperti krim, susu maupun gula. Hasil penelitian National Institutes of Health (NIH) mengindikasikan bahwa tidak ada perbedaan cara pada orang dewasa dan anak-anak dalam mengatasi efek kafein, baik yang terkandung dalam makanan maupun minuman (Anonim, 2005).

Lethal dosis minimum dari kafein pada manusia adalah 3.200 mg secara intravena. LD₅₀ dari kafein yang diberikan per oral berkisar antara 13 - 19 gram untuk orang dewasa, dan bergantung pada berat tubuh maupun sensitivitas individu. LD₅₀ bagi semua orang diperkirakan 150 - 200 mg per kg berat badan atau sekitar 140 - 180 cangkir kopi. Untuk tikus LD₅₀ dari kafein per oral adalah 192 mg / kg BB (Erowid, 2005).

2. Susu Kental Manis

Susu kental dibuat dengan mengentalkan susu sapi segar dengan menghilangkan sebagian besar airnya dengan cara penguapan. Bahan yang digunakan adalah susu segar yang distandarkan sebelum dilakukan penguapan untuk menjamin terpenuhinya syarat-syarat menurut undang-undang. Susu kental pertama dibuat oleh Appert di Perancis; produksi komersialnya dimulai dalam tahun 1856 oleh Borden di Amerika Serikat (Williamson dan Payne, 1993).

Susu kental manis yang diproduksi rata-rata mengandung 9% lemak susu, 31% bahan – bahan kering total dan 40% gula. Susu kental manis biasanya dijual eceran dalam kaleng yang berisi 350 - 400 g produk. Kandungan gula yang tinggi meningkatkan daya simpan susu kental manis; gula yang ditambahkan akan menyebabkan terbentuknya karamel, sehingga dapat mengakibatkan kerusakan

serius dalam produk ini jika disucihamakan dengan pemanasan (Williamson dan Payne, 1993).

3. Susu Kedelai

Susu kedelai merupakan hasil ekstraksi dari kedelai kering yang telah tua dengan penambahan air. Secara tradisional susu kedelai dibuat dengan merendam biji kedelai kering dalam air selama 12-16 jam untuk melunakkan biji, kemudian dihancurkan menggunakan mesin gilingan dengan ditambah air sebanyak 10 kali berat biji kedelai kering, hancuran yang diperoleh dipanaskan pada suhu 95-100°C. hancuran tersebut kemudian disaring dengan kain saring yang halus dan ditekan sehingga didapatkan cairan homogen yang disebut susu kedelai (Bourne *et al*, 1976; Fuke dan Matsuoka, 1984).

Kandungan asam amino essensial susu kedelai lebih tinggi daripada susu sapi, hanya saja susu kedelai tidak mengandung asam amino bergugus sulfur seperti sistein dan metionin (Smith dan Circle, 1972). Perbandingan komposisi susu sapi dengan susu kedelai dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Perbandingan Komposisi Susu Sapi dengan Susu Kedelai

Komposisi	Susu Sapi (%)	Susu Kedelai (%)
Air	87,30	89,25 – 92,5
Protein	3,42	3,02 – 4,95
Lemak	3,67	2,00 – 3,12
Karbohidrat	4,78	0,03 – 3,02
Abu	0,73	0,41 – 0,56

Markley (1951) dalam Smith dan Circle (1972)

Susu kedelai yang memenuhi Standar Nasional Indonesia mempunyai kandungan protein minimum 2%, lemak minimum 1%, padatan minimum 11,5% dan pH 6,5 – 7 (Dewan Standarisasi Nasional, 1994).

Dari seluruh karbohidrat dalam susu kedelai hanya 12 – 14 % yang dapat digunakan tubuh secara biologis. Karbohidrat terdiri dari golongan oligosakarida dan polisakarida. Golongan oligosakarida terdiri dari sukrosa, stakiosa dan raffinosa yang larut dalam air, sedangkan golongan polisakarida terdiri dari erabinogalaktan dan bahan-bahan selulosa yang tidak larut dalam air dan alkohol (Koswara, 1992).

Secara umum susu kedelai mengandung provitamin A atau karoten tinggi. Susu kedelai juga mempunyai kandungan provitamin B₂, niasin, piridoksin dan golongan B kompleks lainnya, tetapi tidak mempunyai vitamin B₁₂. Kekurangan lain dari susu kedelai adalah kandungan mineral terutama kalsium yang lebih rendah daripada susu sapi. Kadar kalsium susu kedelai kira-kira hanya 18,5% dari susu sapi (Koswara, 1995).

Susu kedelai dibuat untuk bayi dan anak-anak yang kebutuhan susu belum terpenuhi, serta orang dewasa yang mengalami alergi terhadap susu sapi. Susu kedelai merupakan sumber protein nabati bagi bayi, orang dewasa, serta semua orang yang tidak toleran terhadap laktosa (*lactosa intolerance*) karena susu kedelai tidak mengandung laktosa (Nelson *et al.*, 1976).

4. Susu Skim

Susu skim adalah susu bubuk tanpa lemak (*dry skim milk*) (Adnan, 1984). Pengolahan susu menjadi susu skim tidak jauh berbeda dengan pembuatan susu

bubuk yang lain. Susu skim berasal dari susu kental yang disemprotkan atau dikabutkan langsung ke dalam suatu hembusan udara kering panas atau penguapan awal sampai didapatkan total solid 45 - 55% yang kemudian secara paksa membawa butir-butir susu yang amat kecil melewati ruang pengeringan atau tofan ketika terjadi penghilangan air dengan penguapan. Hal ini mengurangi ukuran butir-butir susu yang amat kecil sampai menjadi butir-butir bubuk yang lebih halus. Perbedaan dengan susu bubuk lain adalah dalam pembuatan susu skim dilakukan pemisahan bagian krim (bagian yang kaya lemak) sebelum dilakukan pengeringan (Anonim, 1985).

Susu skim terdiri atas lemak 0,25% - 1,0%, protein 3,6%, laktosa 5,1%, dan kalsium 132,1 mg / 100 g. Laktosa atau gula susu adalah karbohidrat utama dalam susu dan secara kimia tersusun atas D-glukosa dan D-galaktosa dengan ikatan β 1,4 - glikosida. Protein pada susu ini terdiri atas kasein, laktalbumin, laktoglobulin dengan jumlah kasein mencapai 80%. Di dalam susu, protein terdispersi sebagai partikel yang berukuran macam-macam. Kasein susu berwarna kuning keputihan dan merupakan struktur granula, tidak berbau, dan tidak mempunyai rasa (Jennes dan Patton, 1985; Suwedo, 1994).

Komposisi susu skim tidak sama dengan susu kental manis, karena meskipun berasal dari bahan yang sama, yaitu susu sapi segar, tetapi proses pengolahan dan pengepakannya berbeda (Williamson dan Payne, 1993). Berikut ini tabel perbandingan komposisi susu skim dengan susu kental manis yang tertera pada kemasan produk susu yang dijual di pasaran berdasarkan survei pasar pada bulan April tahun 2006.

Tabel 2. Perbandingan Komposisi Susu Skim dengan Susu Kental Manis

Komposisi	Susu Skim (%)	Susu Kental Manis (%)
Protein	3,50	6,00
Lemak	1,00	7,00
Karbohidrat	6,00	8,00

Dalam Buckle *et al* (1985) diungkapkan bahwa peningkatan konsumsi susu skim didukung oleh hasil riset yang menyatakan hubungan antara konsumsi lemak tinggi dengan penyakit kronis seperti penyakit jantung koroner dan jenis kanker tertentu. Hasil persilangan (pencampuran) makanan, yaitu substitusi susu skim untuk susu segar dapat menurunkan resiko penyakit jantung koroner. Satu liter susu segar dapat mengandung kolesterol sekitar 132 mg, sedangkan pada susu skim hanya 16 mg. Selain itu, menurut Akita (2003) produk susu rendah lemak (*low-fat dairy products*) seperti susu skim merupakan diuretik lemah yang dapat menurunkan tekanan darah tanpa menggunakan pengobatan.

5. Anatomi dan Histologi Ginjal

Menurut Tamtomo (2000), secara garis besar anatomi ginjal mamalia adalah sebagai berikut: jumlahnya sepasang, berbentuk seperti kacang merah, terletak di kedua sisi kolumna vertebralis setinggi costae ke-12 untuk ginjal kanan dan costae ke-11 untuk ginjal kiri, sedang batas bawah setinggi vertebrae lumbralis III. Guyton (1997) menyatakan secara histologis ginjal terdiri dari \pm 1 juta nefron dan setiap nefron mempunyai dua komponen utama, yaitu:

- a. Glomerulus, tersusun dari suatu jaringan kapiler yang dibungkus oleh kapsula Bowman dan berfungsi sebagai filter.
- b. Tubulus, terdiri dari tubulus proksimal, ansa Henle, tubulus distal dan tubulus koligentes.

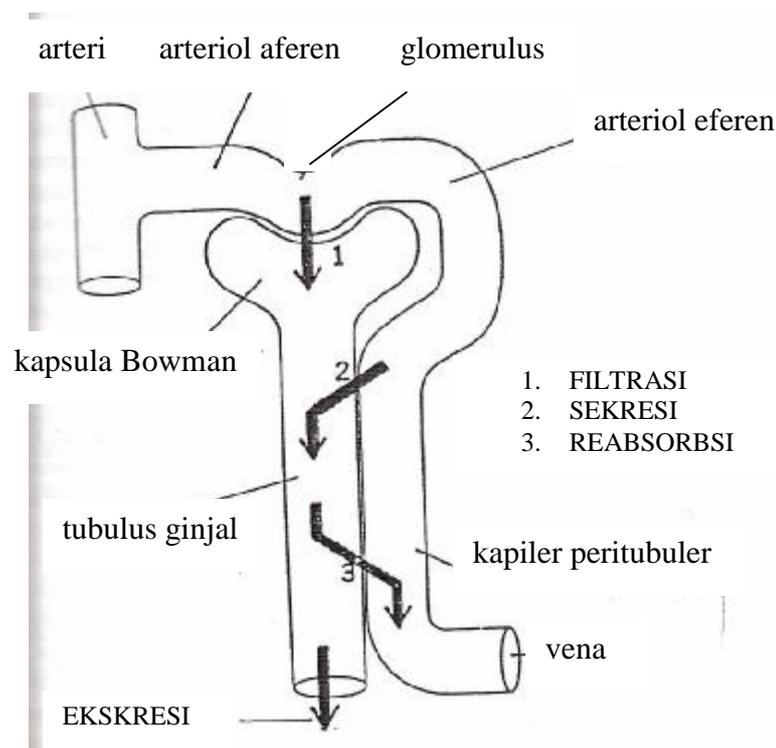
Secara fungsional, membran glomerulus dapat dengan mudah melewati zat-zat bermuatan netral yang berdiameter sampai 4 nm dan hampir tidak dapat melewati zat yang berdiameter lebih dari 4 nm. Dinding tubulus kontortus proksimal terdiri dari selapis sel yang saling berinterdigitasi dan disatukan oleh taut erat (*tight junction*) di daerah apikal. Bagian tubulus proksimal yang bergelung (*pars convoluta*) mengalirkan cairan filtrat ke dalam bagian yang lurus (*pars recta*) yang membentuk awal dari ansa Henle. Tubulus proksimal berakhir di segmen tipis *pars descendens* ansa Henle, yang epitelnya terdiri dari sel-sel halus dan pipih. Epitel pada tubulus kontortus distal lebih tipis daripada epitel pada tubulus proksimal. Meskipun epitel ini hanya mengandung sedikit mikrovili, ia tidak mempunyai *brushborder* yang jelas. Beberapa tubulus distal bersatu membentuk tubulus koligentes yang akan melalui korteks dan medula ginjal serta mengalirkan cairan filtrat ke dalam pelvis renalis yang berada di setiap apeks piramid medula (Ganong, 1998).

6. Proses Pembentukan Urin

Pembentukan urin dimulai dengan mengalirnya darah ke glomerulus yang bekerja sebagai saringan halus, kemudian hasil filtrasi berupa sejumlah besar cairan yang melewati glomerulus (ultrafiltrat) akan ditampung di kapsula Bowman, yang komposisinya serupa dengan cairan plasma kecuali jika tidak

ditemukan zat-zat yang mempunyai berat molekul (BM) lebih besar dari 68.000 seperti sel darah merah dan protein plasma (Aiache dan Devissaquet, 1993; Guyton, 1997; Tjay dan Raharjo, 1986)

Ultrafiltrat akan diteruskan dari kapsula Bowman ke tubulus. Di sepanjang tubulus beberapa zat direabsorpsi kembali secara selektif dari tubulus dan kembali ke dalam darah, sedang yang lain disekresikan dari darah ke dalam lumen tubulus. Zat-zat yang tidak berguna seperti ureum tidak diserap kembali, sehingga urin yang terbentuk dan semua zat di dalam urin akan menggambarkan penjumlahan dari 3 proses dasar ginjal, yaitu filtrasi oleh glomerulus, reabsorpsi dan sekresi oleh tubulus (Guyton, 1997; Tjay dan Raharjo, 1986). Ketiga proses dasar ginjal ini diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Ginjal yang Menunjukkan Proses Filtrasi, Sekresi dan Reabsorpsi (Wulangi, 1993)

7. Diuretik

Menurut Siswandono dan Soekardjo (1995) diuretik adalah senyawa atau obat yang dapat meningkatkan volume urin, sedangkan menurut Weiner (1992) dan Braunschweigh *et al.* (2001) diuretik adalah suatu zat yang dapat meningkatkan kecepatan pembentukan urin. Anugrah (1992) melaporkan bahwa diuretik dapat meningkatkan pengeluaran garam natrium. Istilah diuresis sendiri mencakup dua pengertian, *pertama* menunjukkan adanya penambahan volume urin yang diproduksi dan *kedua* menunjukkan jumlah kehilangan zat-zat terlarut dalam air. Fungsi utama diuresis adalah untuk mengubah keseimbangan cairan sedemikian rupa sehingga volume cairan ekstrasel kembali menjadi normal (Sunaryo, 1995).

Pemberian senyawa-senyawa seperti manitol, glukosa, sukrosa dan polisakarida sejenis dapat menyebabkan diuresis. Menurut Katzung (1995) apabila sejumlah besar zat tersebut berada dalam tubulus ginjal maka reabsorpsi air akan terhambat. Tanzil (1992) dan Kuramoto (1999) menyatakan bahwa diuretik adalah obat yang bekerja langsung pada ginjal yang meningkatkan produksi urin dan garam natrium, selanjutnya natrium dikeluarkan bersama klorida dalam bentuk NaCl. Efek utama diuretik secara umum adalah mengurangi reabsorpsi natrium dan klorida serta air pada tubulus ginjal. Dengan demikian terjadi peningkatan kandungan NaCl dan volume urin akibat penggunaan suatu diuretik.

Diuretik yang umum adalah manitol, urea, glukosa, sukrosa, NH_4Cl , NH_4NO_3 , CaCl_2 , NaCl hipertonic dan Na_2SO_4 hipertonic (Haws dan Baum, 1993). Diuretik yang lain adalah senyawa santin (seperti kafein, teobromin, dan teofilin)

dan alkohol; diduga zat-zat ini meningkatkan filtrasi glomerulus. Mekanismenya dengan jalan membesarkan diameter pembuluh darah ranting aferen sehingga mengakibatkan aliran darah ke glomerulus meningkat, tekanan hidrostatik glomerulus meningkat dan akhirnya filtrasi glomerulus meningkat. Pada Tabel 3 ditunjukkan mekanisme pengaruh beberapa diuretik.

Tabel 3. Mekanisme Pengaruh Beberapa Diuretik (Wulangi, 1993)

Zat (Diuretik)	Mekanisme Pengaruh
Air	Menghambat sekresi hormon antidiuretik
Etil alkohol	Menghambat sekresi hormon antidiuretik
Manitol dan glukosa dalam jumlah yang banyak	Menimbulkan diuresis osmotik
Kafein dan teopilin	Menurunkan reabsorpsi ion Na dan meningkatkan volume filtrat glomerulus

Pengaruh diuretik terhadap ekskresi zat terlarut penting artinya untuk menentukan tempat kerja diuretik dan sekaligus untuk memperkirakan akibat dari suatu diuretik. Secara umum diuretik dapat dibagi menjadi dua golongan besar, yaitu: (1) diuretik osmotik, dan (2) penghambat mekanisme transpor elektrolit di dalam tubulus ginjal. Obat yang dapat menghambat transpor elektrolit di tubulus ginjal ialah: (1) penghambat karbonat anhidrase, (2) benzotiazid, (3) diuretik hemat kalium, dan (4) diuretik kuat (Anonim, 2003; Gupta dan Neysed, 2005; Sunaryo, 1995).

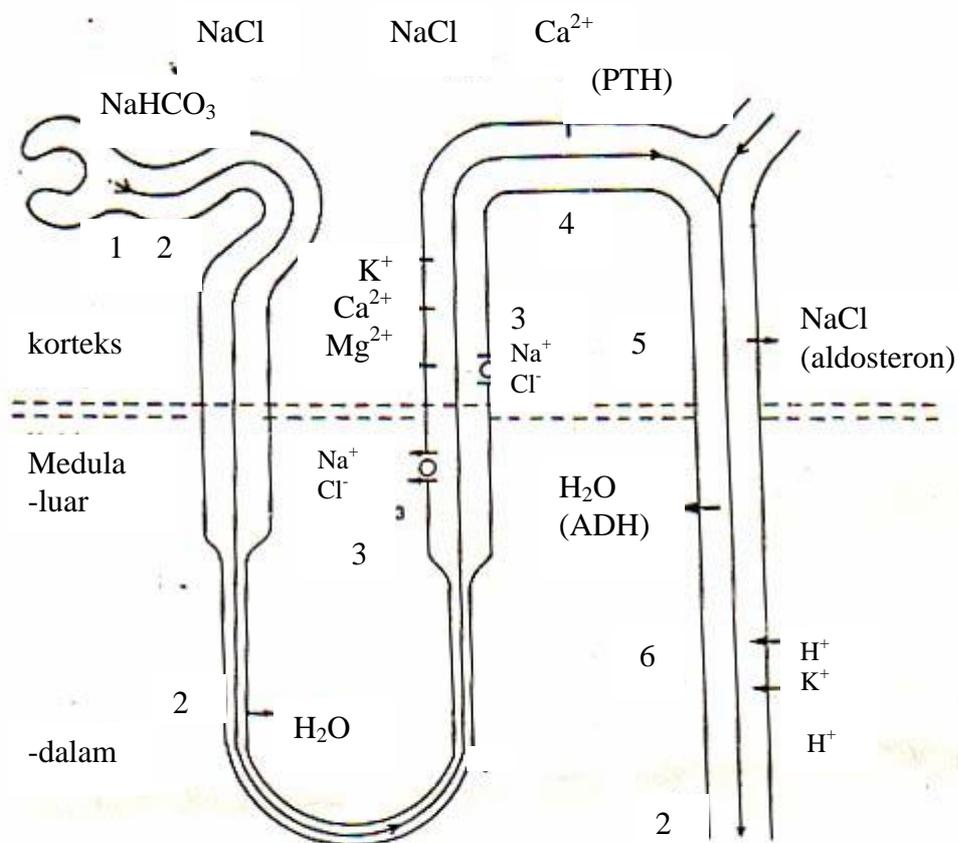
Adanya zat-zat terlarut dalam jumlah besar yang tidak direabsorpsi dalam tubulus ginjal akan menyebabkan peningkatan volume urin yang disebut diuresis osmotik. Diuresis osmotik ini membatasi reabsorpsi air terutama pada segmen nefron yang sangat permeabel terhadap air yaitu pada tubulus proksimal dan ansa Henle descendens. Zat-zat terlarut yang tidak direabsorpsi di tubulus proksimal ini akan memberi pengaruh osmotik yang cukup besar karena dengan berkurangnya cairan tubulus akan lebih meningkatkan kadar zat terlarut tersebut. Pada ansa Henle, reabsorpsi air dan Na^+ berkurang karena hipertonisitas medulla menurun. Penurunan ini terutama disebabkan oleh penurunan reabsorpsi Na^+ , K^+ , dan Cl^- pars ascendens (Ganong, 1998). Peningkatan laju aliran urin pada duktus koligentes akan menurunkan waktu kontak antara cairan dengan sel epitel, sehingga menurunkan reabsorpsi Na^+ dan air (Katzung, 1995). Mengenai tempat kerja diuretik pada tubulus ginjal diperlihatkan pada Gambar 2.

8. Pengaturan Ekskresi Na^+ dan Cl^-

Na^+ difiltrasi dalam jumlah besar tetapi akan mengalami transpor secara aktif di semua bagian nefron, kecuali pada bagian ansa henle yang tipis. Dalam keadaan normal, 96 - 99% Na^+ yang difiltrasi akan direabsorpsi. Sebagian besar Na^+ akan direabsorpsi bersama-sama dengan Cl^- tetapi sejumlah kecil akan direabsorpsi secara aktif dalam hubungannya dengan sekresi K^+ . Variasi sekresi Na^+ dipengaruhi oleh jumlah Na^+ yang difiltrasi dan direabsorpsi oleh tubulus (Ganong, 1998).

Klorida (Cl^-) dikeluarkan dalam bentuk NaCl dan hampir seluruhnya berasal dari NaCl makanan, jadi pengeluarannya tergantung pada banyaknya NaCl

yang masuk. Reabsorpsi klorida akan meningkat apabila reabsorpsi HCO_3^- menurun dan sebaliknya, sehingga kadar Cl^- plasma akan berbanding terbalik dengan kadar HCO_3^- dan kadar anion total akan tetap. Besarnya pengeluaran NaCl juga berbanding terbalik dengan besar ekskresi Ca^{2+} (Ganong, 1998)



1. Azetosolamid
2. Diuretik Osmotik
3. Diuretik Kuat
4. Tiazid
5. Diuretik Hemat K^+
6. Antagonis ADH

ADH= Hormon Antidiuretik
PTH= Hormon Paratoroid

Gambar 2. Tempat Kerja Diuretik pada Tubulus Ginjal (Sunaryo, 1995)

9. Urin

Efek diuretik dapat diperiksa dari normal atau tidaknya urin. Kenormalan urin dapat dilihat antara lain melalui volume, warna, berat jenis, pH, kandungan NaCl, serta jumlah zat abnormal seperti glukosa.

a. Volume Urin

Menurut Pritchett dan Corning (2004), volume urin tikus putih dalam 24 jam kira-kira 10-12 mL/200 g BB/hari dengan konsumsi air 16-20 mL/200 g BB/hari. Jumlah ini bervariasi tergantung pada jumlah air yang masuk, suhu udara luar dan keadaan fisik dari tikus. Volume urin pada suhu panas akan sedikit dan pada keadaan dingin akan lebih banyak karena tidak terjadi banyak penguapan cairan tubuh. Kira-kira separuh dari urin yang dikeluarkan oleh tubuh terbentuk selama tidur.

b. Warna Urin

Menurut Gandasoebrata (1992) biasanya warna urin normal berkisar antara kuning muda dan kuning tua. Warna itu disebabkan oleh beberapa macam zat warna terutama urokrom dan urobilin. Dawiesah (1989) menyebutkan bahwa urokrom merupakan zat warna utama dan berasal dari pemecahan zat warna darah dan warnanya kuning, sedangkan urobilin terjadi dari urobilinogen yang selalu ada dalam jumlah kecil. Bahan ini berasal dari urobilinogen yang diabsorpsi kembali dari usus dan terbentuk dari perubahan bilirubin lumen usus.

Diuretik dapat menyebabkan terjadinya perubahan warna urin karena adanya pengenceran akibat peningkatan jumlah urin yang diekskresikan. Di

samping itu perubahan warna urin juga dapat disebabkan oleh penurunan berat jenis urin. Hal ini terkait dengan kadar zat terlarut di dalamnya. Dawiesah (1989) menyatakan bahwa pada umumnya warna gelap berhubungan dengan berat jenis yang rendah. Hal ini didukung pula oleh Gandasoebrata (1992) bahwa semakin besar volume urin makin rendah berat jenisnya dan makin terang/ muda warnanya.

c. Berat Jenis

Berat jenis urin segar berkisar antara 1,003 – 1,030 dan bervariasi sesuai dengan jumlah padatan yang ada di dalam urin (Tahono, 1999). Menurut Gandasoebrata (1992) tingginya berat jenis urin menunjukkan kepekatan urin yang bertalian erat dengan faal pemekat ginjal. Sedangkan Dawiesah (1989) mengungkapkan bahwa tanpa diketahui berat jenisnya maka sulit untuk menaksir jumlah bahan yang diekskresi serta menyimpulkan besarnya kelainan dan taksiran jumlah bahan tersebut.

d. Derajat Keasaman (pH) Urin

Urin normal bersifat asam dengan pH sekitar 6, tetapi sangat bervariasi.

Batas-batas normal pH urin adalah berkisar 4,6 – 8,5 (Gandasoebrata, 1992).

e. Glukosa

Glukosa merupakan sumber energi bagi tubuh yang melalui filtrasi akan diabsorpsi seluruhnya oleh tubulus ginjal. Adanya glukosa dalam urin yang jumlahnya lebih besar dari 2 g/dL menunjukkan gejala diabetes pada tikus (Subakir, 1996; Higaki *et al.*, 1997)

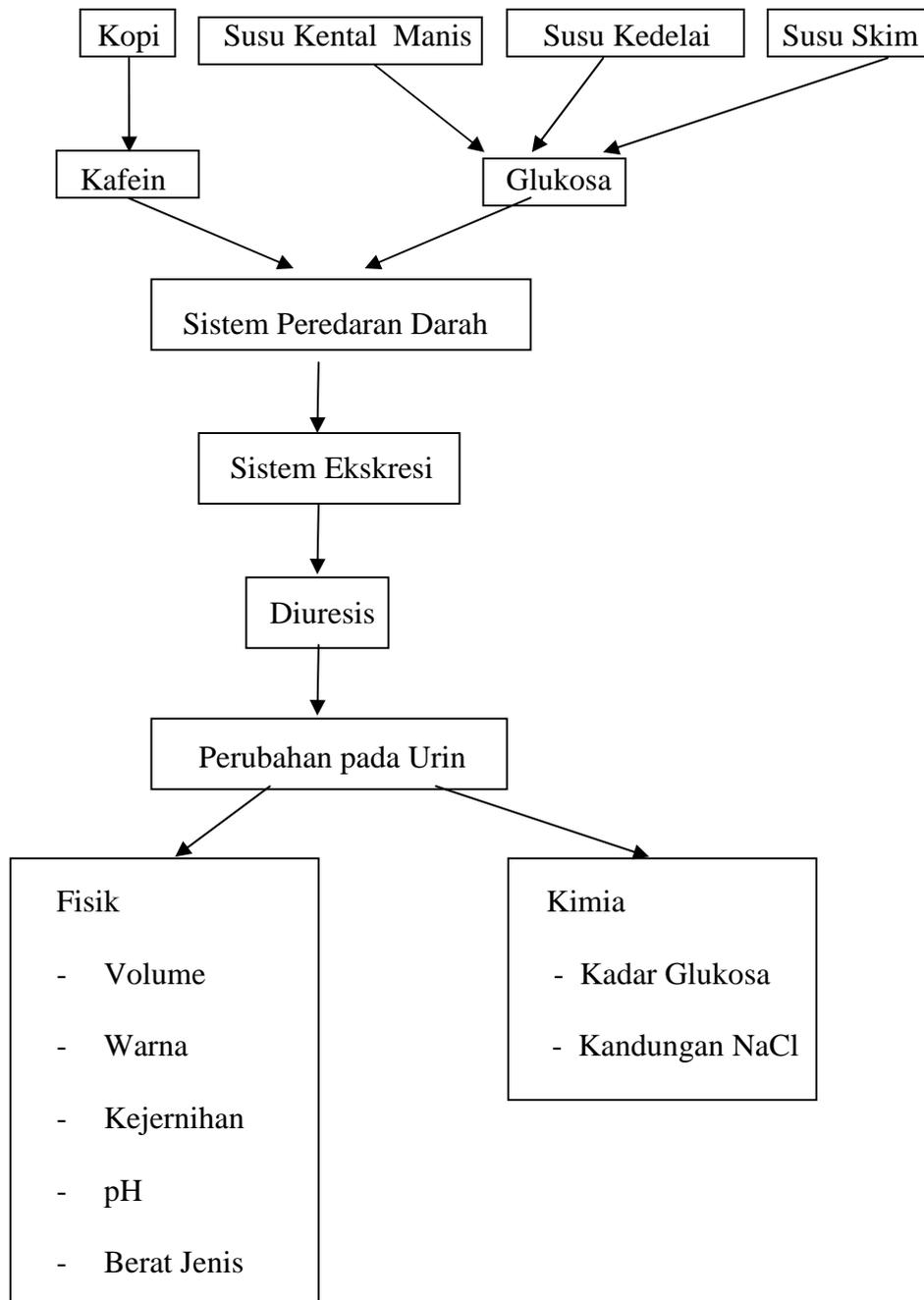
Dalam Girindra (1986) dikemukakan bahwa glukosa dan monosakarida lain memiliki kemampuan mereduksi. Zat atau ion yang mudah direduksi glukosa adalah Cu. Dalam bentuk larutan, ion ini mula-mula bervalensi dua (Cu^{2+}) dan setelah direduksi menjadi Cu^+ . Perubahan valensi ini sangat mudah diamati karena diikuti perubahan warna larutan. Awalnya larutan berwarna biru kehijau-hijauan, setelah direduksi menjadi merah bata. Larutan berion Cu yang sering digunakan dalam percobaan untuk penetapan kadar glukosa adalah Luff, Benedict, dan Fehling.

B. Kerangka Pemikiran

Pemanfaatan susu sebagai bahan campuran untuk minuman kopi sudah sangat meluas, baik berupa campuran instant maupun mencampur sendiri kopi dan susu yang dikemas secara terpisah. Susu seringkali digunakan untuk menyamarkan rasa pahit dari kopi, karena kadar gulanya cukup tinggi. Adanya senyawa gula seperti glukosa diduga dapat meningkatkan efek diuretik kopi. Susu kental manis, susu kedelai dan susu skim berasal dari bahan yang berbeda dan proses pembuatannya juga berbeda, sehingga komposisi ketiganya relatif berbeda, termasuk kandungan gulanya. Perbedaan kadar ini akan menimbulkan pengaruh yang berbeda terhadap efek diuretik kafein saat ketiga jenis susu ini diberikan pada tikus jantan (*Rattus norvegicus*) galur Wistar bersama dengan kopi.

C. Hipotesis

Kandungan gula dalam susu terutama glukosa dapat meningkatkan efek diuretik kopi susu pada tikus (*Rattus norvegicus*).



Gambar 3. Skema Kerangka Pemikiran

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni - Juli 2006 di Sub Laboratorium Biologi Laboratorium Pusat MIPA UNS Surakarta.

B. Bahan dan Alat

1. Bahan Penelitian

a. Hewan Percobaan

Dalam penelitian ini digunakan 20 tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur Wistar jantan umur 2-3 bulan dengan berat badan 175-250 gram yang diperoleh dari PAU UGM Yogyakarta.

b. Bahan Diuretik

Kopi instant merk Nescafe Classic, susu kental manis cap Bendera, susu kedelai dan susu skim merk Tropicana Slim diperoleh dari pasar swalayan "Hero" di Surakarta. Sebagai pelarut digunakan air biasa yang direbus terlebih dahulu.

c. Bahan untuk Analisis Fisik dan Kimia Urin

Bahan yang digunakan meliputi akuades, reagen Benedict, reagen Nelson, larutan arsenomolibdat larutan glukosa standar, larutan kalium kromat 20%, dan larutan perak nitrat 2,9%.

2. Alat Penelitian

a. Alat untuk Pembuatan Larutan Percobaan

Alat-alat yang digunakan yaitu timbangan analitik, gelas ukur, pipet ukur, *hot plate*, gelas beker dan batang pengaduk.

b. Alat Perlakuan Diuretik

Alat-alat yang digunakan adalah kandang perlakuan, gelas ukur, *canule* dan timbangan.

c. Alat untuk Analisis Fisik dan Kimia Urin

Alat-alat yang diperlukan meliputi: tabung reaksi, nampan, gelas ukur, kertas lakmus, mikropipet, pipet tetes, *hot plate*, gelas beker, kuvet, dan spektrofotometer.

C. Cara Kerja

1. Rancangan Percobaan

Dalam penelitian ini digunakan rancangan percobaan berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan menggunakan empat kali ulangan pada masing-masing perlakuan.

2. Persiapan Hewan Percobaan

Sebelum diberikan perlakuan, tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan diaklimatisasikan terlebih dahulu selama 14 hari dalam kandang perlakuan (Lampiran 8) pada suhu ruang. Pada hari ke-8 tikus putih yang akan mendapatkan perlakuan dengan susu diberi susu per oral sesuai jenis susu yang akan diberikan pada saat perlakuan, sedangkan tikus putih yang tidak mendapatkan perlakuan dengan susu diberi akuades per oral.

3. Pembuatan Larutan Percobaan

Larutan kopi dibuat dengan dosis 0,06 g / 200 g BB hasil konversi dari dosis 2 g / 70 kg BB manusia dan dilarutkan dalam air 0,42 mL / 200 g BB hasil konversi dari 150 mL/70 kg untuk masing-masing perlakuan. Larutan susu kental

manis dibuat dengan dosis 0,128 g / 200 g BB hasil konversi dari 45 g / 70 kg BB manusia dan dilarutkan dalam air 0,42 mL / 200 g BB. Larutan susu skim dibuat dengan dosis 0,071 g/ 200 g BB hasil konversi dari 25 g/70 kg BB dan dilarutkan dalam air 0,42 mL/ 200 g BB. Susu kedelai sudah berupa larutan dan dibuat dengan dosis 0,58 mL/ 200 g BB hasil konversi dari 200 mL/ 70 kg BB manusia.

4. Perlakuan Terhadap Hewan Percobaan

Dalam penelitian ini digunakan tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan sebanyak 20 tikus yang dibagi menjadi 5 kelompok dengan masing-masing kelompok terdiri dari 4 tikus. Hewan percobaan dipuasakan terlebih dahulu selama 18 jam sebelum perlakuan dengan tetap diberikan minum secara ad libitum, kemudian setiap kelompok mendapat perlakuan per oral dengan bantuan *canule* sebagai berikut:

Kelompok I : diberikan akuades 1 mL / 200 g BB

Kelompok II : diberikan larutan kopi 0,42 mL / 200 g BB + akuades
0,58 mL

Kelompok III : diberikan larutan kopi 0,42 mL / 200 g BB + larutan
susu kental manis 0,42 mL / 200 g BB + akuades
0,16 mL

Kelompok IV : diberikan larutan kopi 0,42 mL / 200 g BB + susu kedelai
0,58 mL / 200 g BB

Kelompok V : diberikan larutan kopi 0,42 mL / 200 g BB + larutan susu
skim 0,42 mL / 200 g BB + akuades 0,16 mL

5. Pengumpulan Sampel Urin

Sampel urin dikumpulkan setiap 1 jam sekali selama 4 kali pengambilan, yaitu pada jam ke-1, 2, 3 dan 4. Sampel urin kemudian ditampung dalam gelas ukur dan dianalisis sifat fisik dan kimianya.

6. Pengukuran Parameter Fisik dan Kimia Urin

a. Analisis Sifat Fisik Urin

1). Volume

Urin ditampung dengan nampan di bawah kandang, kemudian dipindahkan ke dalam gelas ukur untuk mengetahui volumenya.

2). Warna

Tabung reaksi diisi dengan urin, kemudian dilihat dengan cahaya dalam sikap serong (Tahono,1999). Warna urin dinyatakan dengan: tidak berwarna, kuning muda, kuning, kuning tua, kuning bercampur merah, merah bercampur kuning, merah coklat, kuning bercampur hijau, putih serupa putih susu,dan lain-lain (Gandasoebrata, 1992).

3). Kejernihan

Cara menguji kejernihan seperti cara menguji warna urin, namun dinyatakan dengan: jernih, agak keruh, atau sangat keruh (Gandasoebrata,1992).

4). pH (Derajat Keasaman)

Penetapan pH urin dilakukan dengan menggunakan kertas lakmus

5). Berat Jenis

Berat jenis urin diukur dengan membandingkan berat urin yang ditimbang dengan volume urin yang diukur karena sampel urin yang sedikit (Dawiesah, 1989). Mula-mula gelas ukur kosong ditimbang dan dicatat beratnya. Urin yang telah diketahui volumenya dipipet ke dalam gelas ukur dan ditimbang kembali beratnya. Berat jenis urin diperoleh dengan membandingkan berat urin yang ditimbang dengan volume urin yang telah dimasukkan ke dalam gelas ukur.

b. Analisis Sifat Kimia Urin

Analisis sifat kimia urin yang dilakukan adalah analisis glukosa dan analisis kandungan NaCl dalam urin yang dilakukan sesudah percobaan. Analisis glukosa dilakukan dengan dua uji, yaitu uji kualitatif dan uji kuantitatif.

1). Analisis Glukosa

a). Uji Kualitatif

Uji kualitatif dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya glukosa dalam urin. Pada penelitian ini uji yang digunakan adalah uji Benedict. Reagen Benedict sebanyak 5 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan diberi tambahan 8 tetes urin. Kemudian tabung dipanaskan dalam air mendidih di atas *hot plate* selama 5 menit. Reaksi positif apabila terjadi warna hijau, merah, orange atau merah bata dan endapan merah bata (Sudarmanto dkk., 1992)

b). Uji Kuantitatif

Uji kuantitatif dilakukan untuk mengetahui kadar glukosa dalam urin dengan menggunakan pengukuran kadar gula reduksi dengan spektrofotometer (metode Nelson-Somogyi) yang tercantum dalam Sudarmanto dkk. (1992).

Sebelum kadar gula reduksi urin diukur, terlebih dahulu dilakukan pembuatan larutan glukosa standar.

Pembuatan larutan glukosa standar dilakukan dengan melarutkan 10 mg glukosa anhidrat dalam 1 dL akuades, selanjutnya dilakukan pengenceran sebagai berikut :

No Tabung	1	2	3	4	5
Larutan standar (dL)	0,0000	0,0005	0,0010	0,0015	0,0020
Akuades (dL)	0,0100	0,0095	0,0090	0,0085	0,0080
Kadar gula (mg/dL)	0,0000	0,5000	1,0000	1,5000	2,0000

Kemudian dibuat kurva standar glukosa dengan spektrofotometri

Pengukuran kadar gula reduksi urin dilakukan dengan memasukkan urin sebanyak 1 mL ke dalam tabung reaksi dan diberi tambahan 1 mL reagen Nelson. Tabung reaksi berisi larutan dipanaskan dalam air mendidih di atas *hot plate* selama 20 menit, kemudian didinginkan dalam air hingga terbentuk endapan. Setelah tabung reaksi kembali dingin ditambahkan 1 mL reagen arsenomolibdat ke dalam larutan dan larutan digojok hingga endapan hilang. Kemudian ditambahkan 7 mL akuades ke dalam larutan dan larutan kembali digojok sampai homogen. Selanjutnya larutan dimasukkan ke dalam kuvet sampai terisi kurang lebih $\frac{2}{3}$ nya lalu dimasukkan ke dalam spektrofotometer. Setelah itu daya absorbansi diukur pada panjang gelombang 540 nm. Kadar gula reduksi ditentukan berdasarkan daya absorbansi larutan dan kurva standar larutan glukosa (Sudarmanto dkk., 1992).

2. Analisis Kandungan NaCl

Penetapan jumlah natrium dan klorida dalam bentuk NaCl dilakukan dengan metode Fantus (Gandasoebrata, 1992). Cara ini dilakukan dengan titrasi perak nitrat dengan ion kromat sebagai indikatornya. Sepuluh tetes urin dimasukkan ke dalam tabung reaksi dengan memakai pipet tetes, kemudian pipet yang dipakai tadi dicuci beberapa kali dengan akuades. Satu tetes kalium kromat 20% ditambahkan ke dalam tabung reaksi tersebut dengan menggunakan pipet yang sama dan selanjutnya pipet tersebut dicuci kembali dengan akuades. Larutan perak nitrat 2,9% ditambahkan ke dalam tabung reaksi sambil terus menerus mengocok tabung reaksi tersebut sampai terjadi warna merah yang menetap.

Kandungan NaCl (g/L) = jumlah tetes perak nitrat untuk titrasi

D. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan Anova (*Analysis of Variance*) yang kemudian dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) dengan taraf signifikansi 5% apabila hasil Anova berbeda nyata.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Fisik Urin

1. Volume Urin

Salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui efek dari senyawa diuretik terhadap urin adalah volume urin. Senyawa diuretik dapat menyebabkan terjadinya proses diuresis, yang menurut Sunaryo (1995) antara lain dapat ditunjukkan melalui penambahan volume urin yang diproduksi. Hal ini dapat terjadi karena efek utama diuretik secara umum adalah mengurangi reabsorpsi air pada tubulus ginjal.

Tabel 4. Rerata Hasil Pengukuran Volume Urin Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) 4 Jam setelah Perlakuan

Kelompok	I	II	III	IV	V
Volume Urin (mL)	1,725	1,350	1,475	2,130	1,600

Keterangan : I : diberi akuades 1 mL/200 g BB

II : diberi larutan kopi 0,42 mL/200 g BB + akuades 0,58 mL

III : diberi larutan kopi 0,42 mL/200 g BB + larutan susu kental manis 0,42 mL/200 g BB + akuades 0,16 mL

IV : diberi larutan kopi 0,42 mL/200 g BB + larutan susu kedelai 0,58 mL/200 g BB

V : diberi larutan kopi 0,42 mL/200 g BB + larutan susu skim 0,42 mL/200 g BB + akuades 0,16 mL

Rerata hasil pengukuran volume urin tikus putih setelah 4 jam waktu pengamatan yang diperlihatkan pada Tabel 4 dan hasil analisis sidik ragam yang diperlihatkan pada Lampiran 2 menunjukkan tidak ada perbedaan pengaruh di antara kelompok perlakuan. Padahal secara teori seharusnya volume urin yang dihasilkan oleh kelompok perlakuan II setidaknya lebih tinggi daripada kontrol, karena kelompok perlakuan II diberi kopi yang berdasarkan hasil pengukuran kadar kafein mengandung $\pm 2,9\%$ kafein (Lampiran 10).

Rendahnya volume urin pada kelompok perlakuan II kemungkinan dapat terjadi karena kafein yang diberikan pada tikus putih tidak meningkatkan laju filtrasi glomerulus dan atau tidak menurunkan reabsorpsi natrium di dalam ginjal, sehingga tidak menimbulkan efek diuretik. Tidak meningkatnya laju filtrasi glomerulus menurut Wulangi (1993) dan Guyton (1997) dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: 1) terjadi penurunan tekanan hidrostatik darah dalam pembuluh darah dan glomerulus, yang dapat terjadi karena perubahan tekanan darah sistemik, konstiksi pembuluh nadi aferen dan konstiksi pembuluh nadi eferen; 2) terjadi peningkatan tekanan osmotik koloid plasma darah, yang dapat terjadi saat tubuh mengalami dehidrasi dan hipoproteinuria; 3) terganggunya fungsi ginjal karena adanya penyakit pada ginjal. Pada penelitian ini kemungkinan yang terjadi adalah adanya peningkatan tekanan osmotik koloid plasma darah karena tikus putih hanya sedikit minum, sehingga tikus putih mengalami dehidrasi. Tikus putih sedikit minum karena mengalami stress akibat perlakuan, atau karena tidak mendapatkan pakan. Selama pengamatan yang dilakukan saat proses aklimatisasi diketahui bahwa tikus putih biasa minum setelah makan dan jarang minum di saat lain. Tidak terjadinya penurunan reabsorpsi natrium di dalam ginjal dapat terjadi karena tubuh tikus putih masih membutuhkan reabsorpsi natrium secara maksimal, karena tikus putih menjalani puasa selama 18 jam sebelum perlakuan dan 4 jam setelah perlakuan, padahal sumber natrium bagi tikus putih berasal dari pakan yang dimakan. Tidak adanya perbedaan pengaruh yang nyata antar perlakuan, atau bisa dikatakan pengaruh dari masing-masing perlakuan terhadap volume urin tikus putih adalah relatif sama, dapat

terjadi karena jenis dan kadar diuretik yang digunakan, yaitu glukosa pada susu tidak cukup kuat untuk menimbulkan diuresis pada tikus putih.

Glukosa merupakan salah satu senyawa diuretik osmotik yang dapat meningkatkan pengeluaran air melalui urin karena aktivitasnya dalam menghambat reabsorpsi air oleh tubulus ginjal. Menurut Wulangi (1993) apabila terdapat sejumlah zat terlarut, misalnya glukosa, di dalam lumen tubulus ginjal, air akan diretensi di dalamnya sebagai akibat pengaruh osmotik zat terlarut tersebut, akibatnya air yang diekskresi juga lebih banyak. Makin banyak jumlah zat terlarut di dalam lumen tubulus ginjal, makin banyak air yang diekskresi.

Pada penelitian ini glukosa dalam susu tidak menimbulkan perbedaan pengaruh yang nyata terhadap volume urin antar kelompok perlakuan, walaupun hasil analisis sidik ragam terhadap kandungan glukosa dalam larutan perlakuan, yaitu kopi, kopi dengan penambahan susu kental manis, kopi dengan penambahan susu kedelai dan kopi dengan penambahan susu skim yang diperlihatkan pada Lampiran 3 menunjukkan adanya perbedaan yang nyata. Hasil uji DMRT dengan taraf signifikansi 5% juga menunjukkan adanya perbedaan nyata antara masing-masing jenis larutan perlakuan (Tabel 5 dan Lampiran 3), tetapi larutan kopi dengan penambahan susu skim dan kopi dengan penambahan susu kedelai tidak berbeda nyata. Perbedaan sangat nyata tampak di antara larutan kopi dan kopi dengan penambahan susu kental manis. Perbedaan nyata pada kadar glukosa antar tiap-tiap larutan perlakuan ini tidak menimbulkan perbedaan nyata pada volume urin dari tiap-tiap kelompok perlakuan, karena rerata kadar glukosa tertinggi yang tampak pada larutan perlakuan kopi dengan penambahan susu kental manis yang

sebesar 295, 349 mg/dL tidak cukup tinggi untuk menimbulkan diuretik osmotik. Pada kadar ini glukosa yang masuk dalam tubuh tikus putih belum melebihi kapasitas tubulus ginjal sehingga seluruhnya akan direabsorpsi menuju pembuluh darah sebelum menimbulkan pengaruh osmotik yang kuat pada tubulus ginjal.

Tabel 5. Rerata Kadar Glukosa (mg/dL) dalam Larutan Perlakuan

Kelompok	A	B	C	D
Kadar Glukosa (mg/dL)	139,278 ^a	295,349 ^b	197,878 ^c	227,359 ^c

Keterangan : 1. Angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada satu kolom tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%
 2. A: larutan kopi 0,6 g /200 g BB, B: kopi 0,6 g/200 g BB + susu kental manis 0,128 g/200 g BB, C: kopi 0,6 g/200 g BB + susu kedelai 0,58 ml/200 g BB, D: kopi 0,6 g/200 g BB + susu skim 0,071 g/200 g BB

Berdasarkan Lampiran 1a dapat diketahui bahwa volume urin tikus putih 4 jam setelah perlakuan paling tinggi hanya sebesar 2,6 mL, padahal menurut Haim *et al* (1987) volume urin tikus putih adalah 3,3 – 4,2 mL/100 g BB atau sekitar 6,6 – 8,4 mL/200 g BB. Volume urin yang rendah ini dapat terjadi karena penelitian dilakukan pada musim kemarau dan jarang turun hujan, sehingga penguapan pada tubuh tikus putih banyak terjadi dan untuk mengurangi kehilangan terlalu banyak cairan tubuh, tikus putih hanya mengeluarkan sedikit urin. Selain itu, volume urin yang sedikit dapat juga disebabkan oleh adanya sekresi hormon antidiuretik (*Antidiuretic Hormone* (ADH)) yang dioptimalkan untuk mencegah diuresis dan meminimalkan kehilangan air saat jumlah air yang masuk dalam tubuh sedikit.

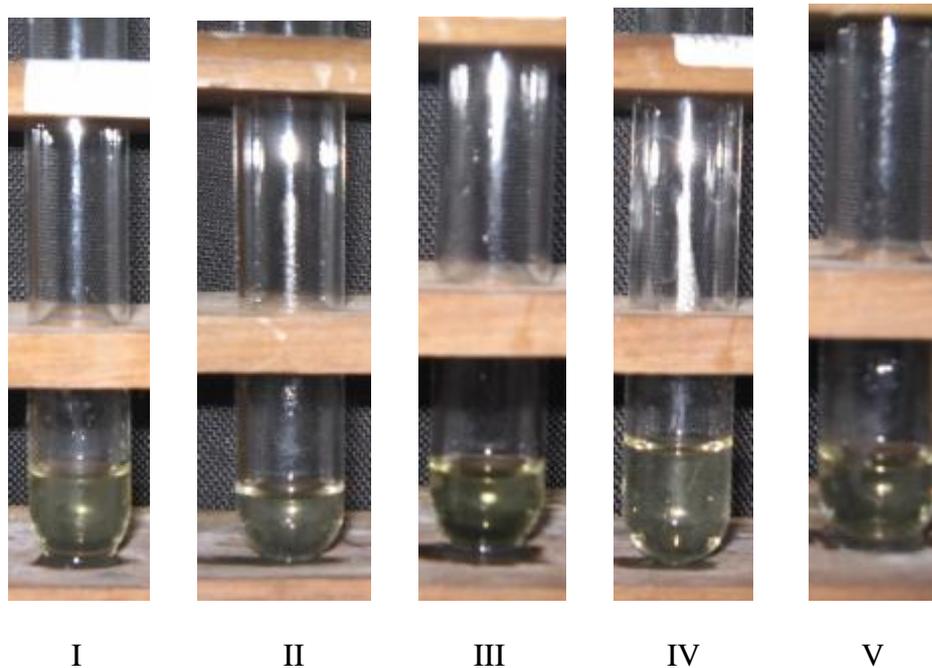
Menurut Ganong (1998) ADH dapat meningkatkan reabsorpsi air dari tubulus koligentes dan sedikit meningkatkan reabsorpsi dalam bagian akhir tubulus distal sehingga volume urin menurun. Hormon ini dikendalikan oleh

mekanisme umpan balik dan sering dirangsang oleh peningkatan tekanan osmotik plasma dan dihambat oleh penurunan tekanan osmotik plasma. Aktivitas minum menimbulkan penurunan kecil dalam sekresi ADH sebelum air diabsorpsi, tetapi kebanyakan penghambatan ditimbulkan oleh penurunan dalam osmoralitas plasma setelah air diabsorpsi. Oleh karena itu, saat tikus putih hanya minum sedikit air aktivitas sekresi ADH tidak terhambat karena tidak terjadi penurunan tekanan osmotik plasma, sehingga fungsinya dalam menghambat ekskresi air dapat berlangsung optimal. Glukosa dalam larutan perlakuan yang diberikan juga tidak menurunkan tekanan osmotik plasma sehingga tidak menghambat sekresi ADH.

2. Warna Urin

Warna urin normal berkisar antara kuning tua dan kuning muda yang disebabkan oleh adanya zat warna terutama urokrom dan urobilin. Warna urin juga disebabkan oleh pigmen yang terlarut di dalamnya dan dapat ditimbulkan oleh benda-benda pembentuk warna (kromogen) yang berubah menjadi bahan-bahan berwarna setelah oksidasi, antara lain dengan pengaruh cahaya dan udara (Dawiesah, 1989).

Perubahan warna urin berhubungan dengan volume urin dan efek penurunan berat jenis urin. Menurut Gandasoebrata (1992) semakin besar volume urin semakin rendah berat jenisnya dan semakin terang / muda warnanya. Hal ini terjadi karena semakin besar volume urin maka semakin besar pengenceran yang terjadi terhadap urin yang diekskresikan.



Gambar 4. Warna dan kejernihan urin tikus putih setelah 4 jam perlakuan. I: Kelompok Perlakuan I (kontrol), II: Kelompok Perlakuan II (kopi), III: Kelompok Perlakuan III (kopi + susu kental manis), IV: Kelompok Perlakuan IV (kopi + susu kedelai), dan V: Kelompok Perlakuan V (kopi + susu skim)

Berdasarkan Lampiran 1f dan Gambar 4 dapat diketahui bahwa warna urin tikus putih setelah perlakuan cenderung normal dengan warna kuning. Warna urin yang tidak berbeda nyata antar perlakuan menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata pada pengaruh yang diberikan oleh masing - masing perlakuan terhadap warna urin dan diuresis, karena diuresis dapat juga ditunjukkan oleh semakin terang / mudanya warna urin. Hal ini disebabkan kandungan zat terlarut dalam urin setelah perlakuan tidak cukup untuk menimbulkan perubahan warna yang berarti pada urin tikus putih dan bahan diuretik yang diberikan pada tikus putih ternyata mampu difiltrasi dan direabsorpsi oleh tubulus ginjal sehingga tidak diekskresikan bersama urin.

3. Kejernihan

Seperti halnya warna urin, kejernihan urin berhubungan dengan diuresis, volume urin, berat jenis urin dan kadar zat terlarut di dalam urin. Semakin besar diuresis, semakin besar volume urin, semakin rendah berat jenis urin, semakin rendah kadar zat terlarut dalam urin dan semakin jernih urin. Menurut Dawiesah (1989) urin normal segar terlihat jernih dan tembus terang penuh.

Berdasarkan hasil pengamatan pada Lampiran 1f dan Gambar 4 dapat diketahui bahwa tidak ada perbedaan nyata antar perlakuan terhadap kejernihan urin. Urin yang dihasilkan pada setiap kelompok perlakuan berwarna jernih normal yang menunjukkan tidak ada perubahan pada kejernihan urin setelah diberikan perlakuan, sehingga dapat pula disimpulkan bahwa berdasarkan tingkat kejernihan urin masing-masing perlakuan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap diuresis.

4. pH Urin

Derajat keasaman (pH) menyatakan konsentrasi ion hidrogen (H^+) yang sebenarnya berhubungan dengan pengaturan keseimbangan asam dan basa di dalam cairan tubuh. Guyton (1997) mengemukakan bahwa pengaturan keseimbangan asam-basa berhubungan dengan pengaturan konsentrasi ion H^+ di dalam cairan tubuh. Ginjal akan mengatur konsentrasi ion H^+ terutama dengan meningkatkan atau menurunkan konsentrasi ion HCO_3^- di dalam filtrat glomerulus. Sel epitel tubulus proksimalis, tubulus distalis dan tubulus koligentes semua mensekresikan ion H^+ ke dalam cairan tubulus. Proses sekresi ion H^+ dimulai dengan karbondioksida (CO_2) di dalam sel epitel tubulus dan CO_2 di

bawah pengaruh enzim karbonat anhidrase akan bergabung dengan air (H_2O) membentuk asam karbonat (H_2CO_3) yang kemudian berdisosiasi menjadi ion HCO_3^- dan ion H^+ . Ion H^+ ini kemudian disekresikan dengan transport aktif menuju ke dalam lumen tubulus ginjal.

Reaksi kimia untuk sekresi ion H^+ harus dimulai dengan CO_2 , sehingga semakin besar konsentrasi CO_2 di dalam plasma, maka semakin cepat pula proses tersebut berlangsung dan semakin besar pula kecepatan sekresi ion H^+ . Hal ini berhubungan dengan kemampuan ginjal sebagai sistem pengatur asam – basa yang paling kuat dan hanya memerlukan waktu beberapa jam untuk menyesuaikan kembali konsentrasi ion H^+ tersebut. Apabila konsentrasi H^+ berubah dari normal, maka ginjal akan mengekskresikan urin yang asam/ basa, dengan demikian juga dapat membantu menyesuaikan konsentrasi ion H^+ cairan tubuh kembali normal (Guyton, 1997).

Tabel 6. Rerata Hasil Pengukuran pH Urin Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) 4 Jam setelah Perlakuan

Kelompok	I	II	III	IV	V
pH Urin	8,37	8,12	8,25	8,13	8,25

Keterangan : I : diberi akuades 1 mL/200 g BB

II : diberi larutan kopi 0,42 mL/200 g BB + akuades 0,58 mL

III : diberi larutan kopi 0,42 mL/200 g BB + larutan susu kental manis 0,42 mL/200 g BB + akuades 0,16 mL

IV : diberi larutan kopi 0,42 mL/200 g BB + larutan susu kedelai 0,58 mL/200 g BB

V : diberi larutan kopi 0,42 mL/200 g BB + larutan susu skim 0,42 mL/200 g BB + akuades 0,16 mL

Rerata hasil pengukuran pH urin tikus putih pada 4 jam waktu pengamatan yang diperlihatkan pada Tabel 6 dan hasil analisis sidik ragam yang diperlihatkan Lampiran 4 menunjukkan bahwa semua perlakuan memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap perubahan pH urin tikus putih selama

waktu pengamatan. Berdasarkan hasil pengukuran pH urin tikus putih setelah pemberian perlakuan ternyata relatif normal, yaitu berkisar antara 8,0 – 9,0. Menurut Gandasoebrata (1992) batas-batas normal urin adalah berkisar 4,6 – 8,5, tetapi urin normal umumnya bersifat asam dengan pH sekitar 6. pH urin hasil pengukuran (Lampiran 1b) yang cenderung basa dapat disebabkan urin menjadi bersifat lebih alkali setelah dibiarkan selama 4 jam karena urea akan berubah menjadi ammonia dan akan kehilangan CO.

5. Berat Jenis Urin

Tabel 7. Rerata Hasil Pengukuran Berat Jenis Urin Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) 4 Jam setelah Perlakuan

Kelompok	I	II	III	IV	V
Berat Jenis Urin (g/mL)	0,908	1,001	0,912	0,935	0,867

Keterangan : I : diberi akuades 1 mL/200 g BB

II : diberi larutan kopi 0,42 mL/200 g BB + akuades 0,58 mL

III : diberi larutan kopi 0,42 mL/200 g BB + larutan susu kental manis 0,42 mL/200 g BB + akuades 0,16 mL

IV : diberi larutan kopi 0,42 mL/200 g BB + larutan susu kedelai 0,58 mL/200 g BB

V : diberi larutan kopi 0,42 mL/200 g BB + larutan susu skim 0,42 mL/200 g BB + akuades 0,16 mL

Pengukuran berat jenis urin sangatlah penting dilakukan dalam proses analisis urin, karena seperti yang dikatakan Dawiesah (1989) tanpa diketahui berat jenisnya maka sulit untuk menaksir jumlah bahan yang diekskresi serta menyimpulkan besarnya kelainan dan taksiran jumlah bahan tersebut. Perubahan berat jenis urin lebih banyak berkaitan dengan perubahan volume urin yang terkait dengan aktivitas reabsorpsi air beserta zat terlarut di dalamnya pada tubulus ginjal.

Hasil analisis sidik ragam yang diperlihatkan pada Lampiran 5 menunjukkan perbedaan yang tidak nyata di antara kelompok perlakuan. Hal ini

menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata pada jenis dan jumlah bahan yang diekskresi bersama urin pada tiap-tiap kelompok perlakuan, yang juga berarti tidak ada perbedaan yang berarti pada aktivitas reabsorpsi tubulus ginjal pada masing-masing perlakuan. Berat jenis urin normal berkisar antara 1,003 – 1,030, tapi sangat bergantung pada besar kecilnya diuresis. Berat jenis hasil pengukuran (Lampiran 1c) ternyata lebih rendah dari rata-rata yang menunjukkan bahwa tingkat kepekatan urin lebih rendah. Hal ini dapat terjadi, karena pada tikus putih zat-zat yang diberikan selama perlakuan sebagian besar direabsorpsi dalam tubulus ginjal dan sangat sedikit yang ikut diekskresikan bersama urin, sehingga tidak banyak zat terlarut yang terkandung dalam urin. Selain itu, tikus putih tidak memperoleh pakan selama 18 jam sebelum perlakuan dan 4 jam sesudah perlakuan sehingga kadar zat terlarut dalam urin yang biasa diperoleh melalui pakan juga lebih kecil.

B. Analisis Kimia Urin

1. Kadar Glukosa

Zat yang penting bagi tubuh dan secara aktif direabsorpsi adalah: protein, asam amino, glukosa, asam asetoasetat dan vitamin. Glukosa dan asam asetoasetat merupakan sumber energi, sedangkan protein dan asam amino merupakan bahan pengganti sel yang sudah tua atau sel yang rusak. Pada umumnya berbagai zat tersebut hampir seluruhnya diabsorpsi secara aktif di tubulus proksimal sehingga tidak ada yang tampak di ansa Henle (Wulangi, 1993).

Glukosa, bersama manitol, urea, sukrosa, NH_4Cl , NH_4NO_3 , CaCl_2 , NaCl hipertonik dan Na_2SO_4 hipertonik merupakan jenis senyawa diuretik yang umum karena dapat menimbulkan diuretik osmotik. Diuresis yang timbul karena diuretik osmotik merupakan akibat pengaruh osmosis zat terlarut yang ada di dalam lumen tubulus ginjal. Apabila terdapat sejumlah zat terlarut di dalam lumen tubulus ginjal, air akan diretensi di dalamnya sebagai akibat pengaruh zat terlarut tersebut, akibatnya air yang diekskresi juga lebih banyak. Semakin banyak zat terlarut tersebut terdapat di dalam lumen tubulus ginjal, makin banyak jumlah air yang diekskresi. Diuresis dapat ditimbulkan oleh terhambatnya reabsorpsi zat tertentu, misalnya glukosa (Wulangi, 1993). Menurut Guyton (1997) adanya glukosa sebagai diuretik osmotik dapat meningkatkan pengeluaran air melalui urin karena aktivitasnya dalam menghambat reabsorpsi air oleh tubulus ginjal, tetapi zat-zat tersebut juga dapat terlarut dan diekskresikan bersama urin, sehingga keberadaan glukosa dalam urin dapat juga digunakan sebagai indikator terjadinya proses diuretik osmotik.

Tabel 8. Rerata Hasil Pengukuran Kadar Glukosa Urin Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) 4 Jam setelah Perlakuan

Kelompok	I	II	III	IV	V
Kadar Glukosa Urin (mg/dL)	25,655	33,966	28,191	28,350	30,878

Keterangan : I : diberi akuades 1 mL/200 g BB

II : diberi larutan kopi 0,42 mL/200 g BB + akuades 0,58 mL

III : diberi larutan kopi 0,42 mL/200 g BB + larutan susu kental manis 0,42 mL/200 g BB + akuades 0,16 mL

IV : diberi larutan kopi 0,42 mL/200 g BB + larutan susu kedelai 0,58 mL/200 g BB

V : diberi larutan kopi 0,42 mL/200 g BB + larutan susu skim 0,42 mL/200 g BB + akuades 0,16 mL

Berdasarkan hasil pengukuran kadar glukosa terhadap larutan perlakuan, yaitu kopi, kopi dengan penambahan susu kental manis, kopi dengan penambahan susu kedelai dan kopi dengan penambahan susu skim (Lampiran 3) dapat diketahui bahwa rata-rata kadar glukosa larutan kopi dengan penambahan susu kental manis lebih tinggi bila dibandingkan dengan larutan perlakuan yang lain, dan rata-rata kadar glukosa larutan kopi yang tidak diberi tambahan susu lebih rendah dibandingkan larutan perlakuan lain. Tetapi, rerata hasil pengukuran kadar glukosa urin dari masing-masing perlakuan yang diperlihatkan pada Tabel 8 dan hasil analisis sidik ragam yang diperlihatkan pada Lampiran 6 menunjukkan tidak ada perbedaan nyata antara pengaruh dari masing-masing perlakuan terhadap kadar glukosa urin tikus putih jantan.

Perbedaan nyata pada kadar glukosa antar tiap-tiap larutan perlakuan ternyata tidak menimbulkan perbedaan nyata pada kadar glukosa urin dari tiap-tiap kelompok perlakuan karena rerata kadar glukosa tertinggi yang tampak pada larutan perlakuan kopi dengan penambahan susu kental manis sebesar 295,349 mg/dL tidak cukup tinggi untuk menimbulkan diuretik osmotik. Pada

kadar ini glukosa yang masuk dalam tubuh tikus putih belum melebihi kapasitas tubulus ginjal sehingga seluruhnya akan direabsorpsi menuju pembuluh darah untuk dijadikan sebagai sumber energi sebelum menimbulkan pengaruh osmotik yang kuat pada tubulus ginjal. Hal ini juga dapat diketahui berdasarkan uji kualitatif dengan uji Benedict yang seluruhnya menunjukkan hasil negatif, karena kadar glukosa dalam urin yang diuji tidak dapat menyentuh sensitivitas reagen Benedict yang termasuk tinggi untuk uji kualitatif glukosa.

Walaupun uji kualitatif memberikan hasil negatif, uji kuantitatif tetap dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat glukosa dalam urin tikus setelah perlakuan, karena glukosa merupakan zat abnormal yang jarang ditemukan dalam urin. Hasil yang diperoleh, ternyata pada tiap-tiap kelompok perlakuan ditemukan glukosa walaupun jumlahnya relatif kecil, dengan rerata kadar glukosa tertinggi sebesar 33,966 mg/dL pada kelompok perlakuan II yang diberi larutan kopi dan terendah sebesar 25,655 mg/dL pada kelompok kontrol, tetapi selisih antar perlakuan tidak berbeda jauh.

Keberadaan glukosa di dalam urin walaupun tidak terjadi proses diuresis ini dapat disebabkan terjadinya renal glukosuria yang menurut Murdani (1998) diasumsikan bahwa kadar glukosa darah normal tetapi nilai ambang ren terhadap glukosa turun, sehingga walaupun kadar glukosanya tidak naik tetapi karena nilai ambang turun maka terjadilah glukosuria. Hal ini dapat pula terjadi karena tikus mengalami ketegangan saat diberi perlakuan per oral dan glukosuria menurut Murdani (1998) dapat terjadi saat seseorang, atau dalam hal ini seekor hewan

seperti tikus putih, mengalami ketegangan jiwa, misalnya takut, terkejut, dan sebagainya.

2. Kadar NaCl

Dari hasil penelitian yang ditulis Wulangi (1993) tubulus proksimal, ansa Henle dan tubulus distal terlibat dalam proses reabsorpsi aktif. Pada umumnya zat yang penting untuk metabolisme seperti protein, asam amino, glukosa, asam asetoasetat dan vitamin direabsorpsi di tubulus proksimal. Ion Na^+ secara aktif direabsorpsi oleh tubulus proksimal. Transport aktif ion Na^+ terjadi dari dalam tubulus proksimal menuju ke dalam kapiler peritubuler. Transport aktif ion Na^+ hanya terjadi di sisi sel tubulus yang berdekatan dengan kapiler peritubuler saja, sedangkan pada sisi sel tubulus yang berdekatan dengan lumen tubulus renalis terjadi difusi ion Na^+ yang arahnya dari lumen ke sel tubulus. Adanya perpindahan aktif ion Na^+ dari sel tubulus ke kapiler peritubuler menyebabkan menurunnya kadar ion Na^+ di sel tubulus renalis sehingga difusi ion Na^+ terjadi dari lumen sel tubulus renalis.

Ganong (1998) menyebutkan bahwa Na^+ difiltrasi dalam jumlah besar, tetapi akan mengalami transpor secara aktif di semua bagian nefron kecuali pada bagian ansa Henle yang tipis. Dalam keadaan normal, 96 - 99% Na^+ yang difiltrasi akan direabsorpsi. Sebagian besar Na^+ akan direabsorpsi bersama-sama dengan Cl^- , tetapi sejumlah kecil akan direabsorpsi secara aktif dalam hubungannya dengan sekresi K^+ . Klorida (Cl^-) dikeluarkan dalam bentuk NaCl dan hampir seluruhnya berasal dari NaCl makanan, pengeluarannya tergantung banyaknya NaCl yang masuk.

Tabel 9. Rerata Hasil Pengukuran Kadar NaCl Urin Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) 4 Jam setelah Perlakuan

Kelompok	I	II	III	IV	V
Kadar NaCl Urin (g/L)	4,0 ^a	3,7 ^{a,b}	4,2 ^a	2,6 ^{a,b}	6,0 ^b

Keterangan : 1. Angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada satu kolom tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%

2. I : diberi akuades 1 mL/200 g BB

II : diberi larutan kopi 0,42 mL/200 g BB + akuades 0,58 mL

III : diberi larutan kopi 0,42 mL/200 g BB + larutan susu kental manis 0,42 mL/200 g BB + akuades 0,16 mL

IV : diberi larutan kopi 0,42 mL/200 g BB + larutan susu kedelai 0,58 mL/200 g BB

V : diberi larutan kopi 0,42 mL/200 g BB + larutan susu skim 0,42 mL/200 g BB + akuades 0,16 mL

Perbedaan rerata kadar NaCl urin tikus putih jantan setelah pemberian perlakuan dengan akuades, kopi, kopi dengan penambahan susu kental manis, kopi dengan penambahan susu kedelai dan kopi dengan penambahan susu skim diperlihatkan pada Tabel 9. Analisis sidik ragam kandungan NaCl urin yang diperlihatkan pada Lampiran 7 menunjukkan perbedaan nyata di antara kelompok perlakuan II, IV dan V dan perbedaan yang tidak nyata di antara kelompok perlakuan II dan IV serta I dan III. Pada hasil pengukuran kelompok I (kontrol dengan akuades) dan III (kopi dengan penambahan susu kental manis) tidak menunjukkan perbedaan nyata dengan kelompok perlakuan yang lain pada rerata hasil pengukuran kadar NaCl, yaitu 4,000 g/L untuk kelompok I dan 4,250 g/L untuk kelompok III, sedangkan kelompok II (kopi) menunjukkan rerata hasil pengukuran kadar NaCl sebesar 3,750 g/L yang berbeda nyata dengan rerata hasil pengukuran kadar NaCl kelompok V yang sebesar 6,000 g/L, tetapi tidak berbeda nyata dengan kelompok IV yang rerata hasil pengukuran kadar NaClnya sebesar 2,667 g/L.

Perbedaan kadar NaCl lebih banyak dipengaruhi oleh aktivitas penghambatan reabsorpsi Na^+ dan Cl^- pada tubulus ginjal. Pemberian akuades pada kelompok I hanya akan menyebabkan terjadinya pengenceran cairan plasma beserta zat-zat yang terlarut di dalamnya, termasuk Na^+ dan Cl^- , sehingga hanya terjadi sedikit ekskresi zat terlarut NaCl bersama urin, tetapi pada umumnya tidak terjadi penghambatan reabsorpsi Na^+ maupun Cl^- yang berarti dalam masing-masing perlakuan. Pada kelompok II, III, dan IV pemberian zat seperti kopi maupun susu kental manis dan susu kedelai tidak menimbulkan diuresis, padahal menurut Katzung (1995) senyawa diuretik dapat menghambat reabsorpsi NaCl secara selektif pada bagian tebal ansa Henle pars ascendens, sehingga jumlah NaCl yang diekskresikan bersama urin tidak jauh berbeda dengan kontrol. Pada kelompok V ekskresi NaCl lebih banyak daripada kelompok perlakuan lain, meskipun kopi dan susu skim yang diberikan tidak menyebabkan diuresis. Hal ini dapat terjadi karena adanya penurunan sekresi hormon aldosteron sehingga reabsorpsi Na^+ dari urin berkurang.

Menurut Ganong (1998) aldosteron dapat meningkatkan reabsorpsi Na^+ dari urin ke dalam sel epitel tubulus di sekitarnya dan secara aktif dipindahkan menuju cairan intestinum. Pada ginjal, hormon ini terutama bekerja pada sel epitel duktus koligentes di korteks. Aldosteron akan berikatan dengan reseptor mineralokortikoid intrasel dan terjadi pengikatan DNA yang selanjutnya mendorong pembentukan mRNA dan dapat meningkatkan pembentukan protein baru, termasuk molekul $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ ATP-ase sehingga lebih banyak tersedia pompa Na^+ .

Sekresi aldosteron diatur melalui sistem rennin-angiotensin dalam suatu mekanisme umpan balik. Penurunan volume cairan ekstrasel dapat menyebabkan terjadinya peningkatan pelepasan muatan saraf renalis secara refleks dan penurunan tekanan arteri renalis. Kedua perubahan ini dapat meningkatkan sekresi renin, dan angiotensin II yang terbentuk oleh kerja renin dapat meningkatkan sekresi aldosteron. Aldosteron dapat menyebabkan penurunan ekskresi Na^+ dan air serta meningkatkan volume cairan ekstrasel.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Pemberian variasi jenis susu, yaitu susu kental manis, susu kedelai, dan susu skim ke dalam kopi susu tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada volume, warna, kejernihan, pH dan berat jenis urin tikus putih (*Rattus norvegicus*) antar perlakuan setelah 4 jam perlakuan per oral.
2. Pemberian variasi jenis susu, yaitu susu kental manis, susu kedelai, dan susu skim ke dalam kopi susu tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada kadar glukosa urin tikus putih (*Rattus norvegicus*) antar perlakuan setelah 4 jam perlakuan per oral.
3. Pemberian variasi jenis susu, yaitu susu kental manis, susu kedelai, dan susu skim ke dalam kopi susu memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada kadar NaCl urin tikus putih (*Rattus norvegicus*) antar perlakuan. Pemberian susu skim ke dalam kopi susu menyebabkan kadar NaCl yang diekskresikan bersama urin tikus putih (*Rattus norvegicus*) tertinggi dalam penelitian ini, yaitu sebesar 6 g/L.

B. Saran

Dari penelitian ini diharapkan dapat dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kadar glukosa dan kadar kafein dalam kopi susu yang dapat menunjukkan efek diuretik yang nyata terhadap tikus putih (*Rattus norvegicus*).

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M. 1984. *Kimia dan Teknologi Pengolahan Air Susu*. Yogyakarta : Penerbit Andi Offset
- Aiache, J.M. dan J. Devissaquet. 1993. *Farmasetika dan Biofarmasi*. Edisi II. Surabaya : Penerbit Andi Offset
- Akita, S. 2003. "DASH Diet Acts Through Diuretic Effect To Lower Blood Pressure". *Hypertension : Journal of the American Heart Association*. <http://www.Americanheart.org/presenter.jhtml?identifier=3011838>. last update 12 Maret 2006
- Anonim. 1985. *Dairy Handbook*. Stockholm : Dairy and Food Engineering Division
- Anonim. 2003. *New Study Light On The Responses To Diuretics*. <http://www.the-aps.org/press/journal/pr2-4-4.htm> last update 12 Maret 2006
- Anonim. 2005. <http://www.ific.org/publications/qa/caffqa.cfm> last update 15 Desember 2005
- Anugrah, P. 1992. *Catatan Kuliah Farmakologi*. Jakarta: EGC
- Armstrong, L.E. 2002. *Caffeine and Dehydration : Myth or Fact ?*. <http://www.ific.org/foodinsight/2002/ja/caffdehydnbfi402.cfm> last update 15 Desember 2005
- Bourne, M.C., E.E. Escueta and J. Banzon. 1976. "Effect of Sodium Alkalis and Salts on pH and Flavor of Soymilk". *Journal of Food Science*. 41 : 62
- Brain, M. 2005. *Introduction to How Caffeine Works*. <http://www.ificinfo.health.org/brochure/caffeine.htm> last update 22 Desember 2005
- Braunshweig, F., C. Linde, M.J. Eriksson, C. Hofman-Bang and L. Ryden. 2001. "Continous Haemodynamic Monitoring During Withdrawal of Diuretics in Patients with Congestive Heart disease". *European Heart Journal*. 23 (1) : 59-69

- Buckle, K.A., R.A. Edwards, G.H. Fleet dan M. Wotton. 1988. *Ilmu Pangan*. (diterjemahkan oleh Hari purnomo dan Adiono). Jakarta : UI Press
- Dawiesah. 1989. *Petunjuk Laboratorium, Penentuan Nutrien Dalam Jaringan dan Plasma Tubuh*. Yogyakarta: Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada
- Dews, P.B. 1984. *Caffeine : Perspectives from Recent Research*. Berlin : Springer – Valerag
- Dewan Standarisasi Nasional. 1994. *Standar Nasional Indonesia : Susu kedelai*. Jakarta : DSN Press
- Erowid. 2005. *Caffeine Effects*. www.erowid.org/chemicals/caffeine/caffeine.htm last update 22 Desember 2005
- Fuke, Y. and H. Matsuoka. 1984. "Preparation of Fermented Soybean Curd Using Stem Bromelin". *Journal of Food Science*. 49:312
- Gandasoebrata. 1992. *Penuntun Laboratorium Klinik*. Jakarta: PT. Dian Rakyat
- Ganong, W.F. 1998. *Fisiologi Kedokteran* (diterjemahkan oleh M. D. Widjajakusuma). Edisi XVI. Jakarta : EGC
- Girindra, A. 1986. *Biokimia*. Jakarta : Penerbit Gramedia
- Gupta, S. and L. Neysed. 2005. "Diuretic Usage in Heart Failure : A Continuing Conundrum in 2005". *European Heart Journal*. 26 (7) : 644-649
- Guyton, A.C. 1997. *Fisiologi Manusia dan Mekanisme Penyakit III* (diterjemahkan oleh P. Andrianto) Jakarta : EGC
- Haim, A., E. van der Straeten, and W.M. Cooreman. 1987. "Urine Analysis of European Moles *Talpa europaea* and White Rats *Rattus norvegicus* Kept on Carnivore's Diet ". *Comp. Biochem. Physiol. A*. 88(2) : 179-181
- Haws, R.M. and M. Baum. 1993. "Efficacy of Albumin and Diuretic Therapy in Children with Nephrotic Syndrome". *Journal of American Pediatrics*. 91 (6) : 1142-1146

- Higaki, K., Y. Matsumoto, R. Fujimoto, Y. Kurosaki, and T. Kimura. 1997. "Pharmacokinetics of Recombinant Human Insulin-Like Growth Factor-I in Diabetic Rats". *Aspetjournals*. 25 (11) : 1324-1327
- Jennes, R. and S. Patton. 1985. *Principle of Dairy Chemistry*. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Katzung, B.G. 1995. *Basic and Clinical Pharmacology, A Lange Medical Book*. New York: Prentice Hall International
- Koswara, S. 1992. *Teknologi Pengolahan Kedelai Menjadikan Makanan Bermutu*. Jakarta : Pustaka Sinar Harapan
- Koswara, S. 1995. Susu Kedelai Tidak Kalah Dengan Susu Sapi. *Intisari Agustus 1995*
- Kuramoto, K. 1999. "Randomized Double-Blind Comparison of a Calcium Antagonist and a Diuretic in Elderly Hypertensives". *Hypertension : Journal of the American Heart Association*. 34 : 1129-1133
- Murdani, M.H.P. 1998. *Biokimia Ginjal dan Urin*. Surakarta : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan UNS
- Mutschler, E. 1991. *Buku Ajar Farmakologi dan Toksikologi*. Bandung : Penerbit ITB
- Nelson, A.I., M.P. Steinberg, and L.S.Wei. 1976. "Illinois Process for Preparation of Soymilk". *Journal of Food Science* 41 : 57
- Pritchett, K.R. and B.F. Corning. 2004. *Biology and Medicine of Rats*. www.ivis.org/advances/Reuter/coming/ivis.pdf last update 12 Maret 2006
- Ritchie, M. 1996. *The Pharmacological Basis and Therapeutics*. Ninth Edition. London : Macmillan Publishing Company
- Siswandono dan B. Soekardjo. 1995. *Kimia Medisinal*. Surabaya : Airlangga University Press
- Smith, A.K., and Circle. 1972. *Soybean : Chemistry and Technology*. London : The Avi Publishing Co

- Subakir, A. 1996. *Diuretik dan Antidiuretik*. Surakarta : Fakultas Kedokteran UNS
- Sudarmanto, Suhardi, dan Umar Santoso. 1992. *Petunjuk Laboratorium Analisa Karbohidrat*. Yogyakarta : PAU Pangan dan Gizi UGM
- Sunaryo. 1995. *Diuretik dan Antidiuretik. Farmakologi dan Terapi*. Jakarta : Gaya Baru
- Suwedo. 1994. *Teori dan Prosedur Pengujian Mutu Susu dan Hasil Olahannya*. Yogyakarta : Penerbit Liberty
- Tahono. 1999. *Pengantar Analisa Laboratorium Patologi Klinik II*. Surakarta : Fakultas Kedokteran UNS
- Tamtomo, D.E. 2000. *Organa Uropoetica et Pelvis*. Surakarta : Fakultas Kedokteran UNS
- Tanzil. S. 1992. *Diuretika. Catatan Kuliah Farmakologi I*. Jakarta:EGC
- Tjay, T.H dan K. Rahardja. 2002. *Obat-Obat Penting*. Jakarta : Elek Media Komputindo
- Weiner, I.W. 1992." Diuretic and Other Agents Employed in the Mobilization of Edema Fluid". *Goodman and Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics*. Eight Edition. New York: McGraw Hill Book Co
- Weinberg, B.A. and B.K. Bealer. 2001. *The World of Caffeine*. New York : Routledge
- Williamson, G. dan W.J.A. Payne. 1993. *Pengantar Peternakan Di Daerah Tropis*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Wulangi, K.S. 1993. *Prinsip-Prinsip Fisiologi Hewan*. Jakarta : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Perguruan Tinggi

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala kasih dan karunia yang dilimpahkan sehingga penulisan naskah skripsi yang berjudul “Efek Diuretik Kopi Susu pada Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) dengan Variasi Jenis Susu” dapat penulis selesaikan.

Penulisan skripsi ini tidak akan terlaksana dengan baik tanpa adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Drs. Marsusi, M.S. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNS yang berkenan memberikan ijin penelitian.
2. Shanti Listyawati, M.Si selaku Pembimbing I yang berkenan memberikan bimbingan dan masukan selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi.
3. Ahmad Dwi Setyawan, M.Si selaku pembimbing II yang berkenan membimbing dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi.
4. Prof. Drs. Sutarno, M.Sc, Ph.D yang berkenan memberikan saran dan masukan dalam penyusunan skripsi.
5. Drs. Wiryanto, M.Si yang berkenan memberikan saran dan masukan dalam penyusunan skripsi.
6. Agung Budiharjo. M.Si selaku Pembimbing Akademis yang berkenan memberikan bimbingan dan bantuan selama masa studi.
7. Segenap dosen dan staf di Jurusan Biologi FMIPA UNS yang telah memberikan bimbingan dan bantuan selama masa studi.

8. Segenap staf di Sub Laboratorium Biologi Laboratorium Pusat MIPA UNS yang telah memberikan bantuan selama berlangsungnya penelitian.
9. Mami, Papi dan Kakakku Frans atas kasih sayang, perhatian dan doanya.
10. Keluarga di Solo, Jakarta dan Surabaya yang telah memberikan begitu banyak bantuan.
11. Whika F. Dewatisari karena telah menjadi sahabat yang setia dan baik yang terus memberikan doa, dukungan dan bantuan.
12. Elisabeth Astika A., Tri Rahayuningsih, Dinda Djati K., Nur Aini, Dian Ratnasih, Tegar Adi Nugroho, semua teman seperjuangan di Bio'02, dan saudara-saudara di KMK St. Theresia atas persahabatan, bantuan, doa, dan dukungannya.
13. Christina, Dina Rakhmanita Hanum, dan teman-teman di kampus Victory atas semua tawa canda, dukungan dan doa yang tidak pernah berakhir.

Akhirnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyampaikan penghargaan yang sebesar-besarnya dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Surakarta, Oktober 2006

Dina Angelia Bistani

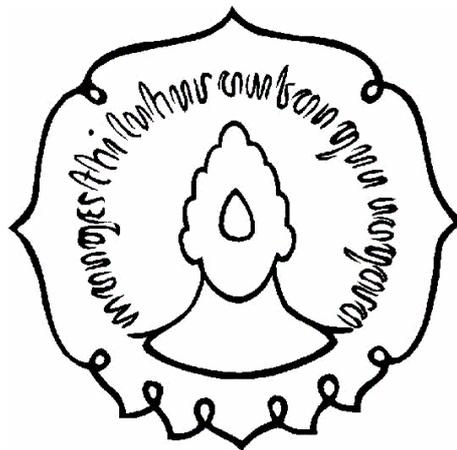
EFEK DIURETIK KOPI SUSU PADA TIKUS PUTIH (*Rattus norvegicus*)

DENGAN VARIASI JENIS SUSU

Skripsi

Untuk memenuhi sebagian persyaratan guna

memperoleh gelar sarjana sains



Oleh :

Dina Angelia Bistani

M 0402021

JURUSAN BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SEBELAS MARET

SURAKARTA

2006

PENGESAHAN

SKRIPSI

**EFEK DIURETIK KOPI SUSU PADA TIKUS PUTIH (*Rattus norvegicus*)
DENGAN VARIASI JENIS SUSU**

Oleh :
Dina Angelia Bistani
NIM. M0402021

telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal
dan dinyatakan telah memenuhi syarat
Surakarta, 2006

Menyetujui

Penguji III/Pembimbing I

Penguji I

Shanti Listyawati, M.Si.

Prof. Drs. Sutarno, M.Sc. Ph.d

NIP. 132 169 256

NIP. 131 649 948

Penguji IV/Pembimbing II

Penguji II

Ahmad Dwi Setyawan, M.Si.

Drs. Wiryanto, M.Si.

NIP. 132 162 556

NIP. 131 124 613

Mengesahkan :

Dekan F MIPA

Ketua Jurusan Biologi

Drs. Marsusi, M.S.

Drs. Wiryanto, M.Si.

NIP. 130 906 776

NIP. 131 124 613

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil penelitian saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah tertulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari dapat ditemukan adanya unsur penjiplakan, maka gelar kesarjanaan yang telah diperoleh dapat ditinjau dan/ atau dicabut

Surakarta, Oktober 2006

Dina Angelia Bistani

NIM. M0402021

ABSTRAK

Dina Angelia Bistani. 2006. EFEK DIURETIK KOPI SUSU PADA TIKUS PUTIH (*Rattus norvegicus*) DENGAN VARIASI JENIS SUSU. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret. Surakarta

Kafein dalam kopi dapat menyebabkan diuretik lemah karena kafein meningkatkan filtrasi glomerulus dan menurunkan reabsorpsi natrium di tubulus ginjal. Beberapa orang sengaja mencampurkan susu ke dalam kopi karena tidak menyukai rasa pahit yang ditimbulkan kafein. Susu mengandung glukosa yang dapat menyebabkan diuretik osmotik yang meningkatkan ekskresi urin.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efek diuretik yang ditimbulkan oleh pemberian kopi susu pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan secara oral dengan adanya variasi jenis susu.

Penelitian ini dilaksanakan di Sub Laboratorium Biologi, Laboratorium Pusat MIPA UNS, Surakarta, Jawa tengah. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan lima kelompok perlakuan dan empat ulangan pada tiap kelompok. Perlakuan yang diberikan terhadap kelompok-kelompok ini adalah : Kelompok I: akuades, Kelompok II: larutan kopi, Kelompok III: larutan kopi + susu kental manis, Kelompok IV: larutan kopi + susu kedelai, dan Kelompok V: larutan kopi + susu skim. Parameter yang digunakan untuk sifat fisik urin adalah volume, warna, kejernihan, pH, dan berat jenis. Parameter yang digunakan untuk sifat kimia urin adalah analisis glukosa dengan uji Benedict untuk kualitatif dan spektrofotometri untuk kuantitatif, serta analisis kadar NaCl dengan metode Fantus. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan Anova dan dilanjutkan dengan uji DMRT dengan taraf signifikansi 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi jenis susu tidak berpengaruh pada volume, warna, kejernihan, pH, berat jenis, dan kandungan glukosa urin setelah 4 jam perlakuan, namun berpengaruh pada kandungan NaCl urin setelah 4 jam perlakuan.

Kata kunci : kopi susu, variasi jenis susu, diuretik, urin

ABSTRACT

Dina Angelia Bistani. 2006. DIURETIC EFFECT OF MILK COFFE ON WHITE RAT (*Rattus norvegicus*) WITH VARIATION OF MILK KINDS. Biology Departement. Faculty of Mathemathic and Natural Sciences. Sebelas Maret University. Surakarta.

Caffeine contents in coffee is a mild diuretic which increase glomerule filtration and reduced natrium reabsorbtion in ren tubule. Some people mixed milk into the coffee because they do not like the bitter taste from caffeine. Milk contains glucose which could made osmotic diuretic and increase urine excretion.

The aims of this research were to find out the diuretic effects of orally intakes of coffee milk on white males rat (*Rattus norvegicus*) with variation of milk kind.

This research was done in Biology Sub Laboratory, Central Laboratory of MIPA UNS, Surakarta, Central Java. Complete Randomized Design with five groups and four replications to each group was used in this study. The treatments applied for those groups were : Group I: aquades, Group II: coffee solution, Group III: coffee + sweetened condensed milk solution, Group IV: coffee + soymilk solution, and Group V: coffee + skim milk solution. The parameters used for the physical characteristics of the urine were volume, colour, clearness, pH and density. The parameters used for the chemical characteristics were glucose analysis by Benedict test for qualitative and spectrophotometry for quantitative, also analysis of NaCl content by Fantus method. The data were analyzed by using analysis of variance (Anova) and continued with Duncan Multiple Range Test (DMRT) at significant level 5%.

The result showed that variation of milk kind were not effect on volume, colour, clearness, pH, density, and glucose content after 4 hours treatments, but effect on NaCl content after 4 hours treatments.

Keywords : coffee milk, variation of milk kinds, diuretic, urine

MOTTO

*“ Be careful for nothing; but in everything by prayer and supplication with
thanksgiving let your requests be made unto God”
(Philippians 4 : 6)*

*“When bad things happen, don’t give up. The day will come when you will look
back and laugh at them”
(Nuriko – Fushigi Yuugi)*

*“I wonder who decided that birds are free. Even though they can fly as they
desire, if there isn’t a place to land or...if there isn’t a branch they can rest their
wings...they may even regret having wings to fly. The true freedom might mean
having a place to return...”
(Komyo – Gensoumaden Saiyuki)*

*“There is no such things as a perfect person. That is why we can’t live alone”
(Chichiri – Fushigi Yuugi)*

*“Regret is something that makes you start thinking what you should do to avoid
going through all that suffering again “
(Sorata Arisugawa – X 1999)*

PERSEMBAHAN

I dedicate this simple work to :

God Mercy for all the bless and the answer for all my prayers

Mother Maria.... for all the prayers and the love

St. Gabrielle and St. Jeanne d’Arc...for guiding and guarding me all the time

My parents...for all their endless loves and cares

My brother Frans ...for his interest

My teachers...for all the guidance

My friends, thanks for all the supports

I love you all

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur ke hadirat Tuhan YME yang senantiasa melimpahkan rahmat dan karuniaNya, sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi dengan judul Efek Diuretik Kopi Susu pada Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) dengan Variasi Jenis Susu merupakan salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Kafein adalah alkaloid yang terdapat dalam biji kopi (*Coffea robusta* / *Coffea arabica*) dan merupakan senyawa yang menimbulkan rasa pahit pada kopi. Kafein dalam kopi dapat menyebabkan diuretik lemah karena kafein meningkatkan filtrasi glomerulus dan menurunkan reabsorpsi natrium di tubulus ginjal. Minuman kopi seringkali dikonsumsi dalam bentuk campuran bersama susu sehingga membentuk kopi susu, supaya dapat mengurangi rasa pahit yang ditimbulkan kafein. Jenis susu yang sering digunakan sebagai campuran dalam kopi susu adalah susu kental manis, susu kedelai, dan susu skim. Di dalam susu terkandung glukosa, yang merupakan senyawa diuretik osmotik yang dapat meningkatkan ekskresi urin berdasarkan perbedaan tekanan osmotik di dalam cairan tubuh. Studi tentang efek diuretik kopi susu pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) dengan variasi jenis susu diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh glukosa dalam susu terhadap efek diuretik yang timbul dari kafein dalam kopi saat kopi dikonsumsi dalam bentuk kopi susu.

Surakarta, Oktober 2006

Dina Angelia Bistani

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang masalah	1
B. Perumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
BAB II. LANDASAN TEORI	4
A. Tinjauan Pustaka	4
1. Kafein dalam Kopi	4

2. Susu Kental Manis	8
3. Susu Kedelai	9
4. Susu Skim	10
5. Anatomi dan Histologi Ginjal	12
6. Proses Pembentukan Urin	13
7. Diuretik	15
8. Pengaturan Ekskresi Na ⁺ dan Cl ⁻	17
9. Urin	19
B. Kerangka pemikiran	21
C. Hipotesis	21
BAB III. METODE PENELITIAN	23
A. Waktu dan Tempat	23
B. Bahan dan Alat	23
C. Cara Kerja	25
D. Analisis Data	29
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
BAB V. PENUTUP	47
A. Kesimpulan	47
B. Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
HALAMAN UCAPAN TERIMA KASIH	52
LAMPIRAN	54
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	69

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Perbandingan Komposisi Susu Kedelai dengan Susu Skim.....	9
Tabel 2. Perbandingan Komposisi Susu Skim dengan Susu Kental Manis	12
Tabel 3. Mekanisme Pengaruh Beberapa Diuretik	16
Tabel 4. Rerata Hasil Pengukuran Volume Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 Jam setelah Perlakuan	30
Tabel 5. Rerata Kadar Glukosa (mg/dL) dalam Larutan Perlakuan	33
Tabel 6. Rerata Hasil Pengukuran pH Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 Jam setelah Perlakuan	37
Tabel 7. Rerata Hasil Pengukuran Berat Jenis Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 Jam setelah Perlakuan	38
Tabel 8. Rerata Hasil Pengukuran Kadar Glukosa Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 Jam setelah Perlakuan	41
Tabel 9. Rerata Hasil Pengukuran Kadar NaCl Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 Jam setelah Perlakuan	44

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Diagram Ginjal yang Menunjukkan Proses Filtrasi, Sekresi, dan Reabsorpsi	14
Gambar 2. Tempat Kerja Diuretik pada Tubulus Ginjal	18
Gambar 3. Skema Kerangka Pemikiran	22
Gambar 4. Warna dan Kejernihan Urin Tikus Putih setelah 4 Jam Perlakuan	35

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1a. Hasil Pengukuran Volume (mL) Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 Jam setelah Perlakuan	55
Lampiran 1b. Hasil Pengukuran pH Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 Jam setelah Perlakuan	55
Lampiran 1c. Hasil Pengukuran Berat Jenis (g/mL) Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 Jam setelah Perlakuan	55
Lampiran 1d. Hasil Pengukuran Kadar NaCl (g/L) Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 Jam setelah Perlakuan	56
Lampiran 1e. Hasil Pengukuran Kadar Glukosa (mg/dL) Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 Jam setelah Perlakuan	56
Lampiran 1f. Rerata Hasil Pengukuran Sifat Fisik Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 Jam setelah Perlakuan	56
Lampiran 2. Uji ANOVA terhadap Volume Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 jam setelah Perlakuan	57
Lampiran 3a. Hasil Pengukuran Kadar Glukosa dalam Larutan Kopi, Larutan Kopi dengan Penambahan Susu Kental Manis, Larutan Kopi dengan Penambahan Susu Kedelai, dan Larutan Kopi dengan Penambahan Susu Skim	58
Lampiran 3b. Uji ANOVA dan DMRT terhadap Kadar Glukosa dalam Larutan Kopi, Larutan Kopi dengan Penambahan Susu Kental Manis, Larutan Kopi dengan Penambahan Susu Kedelai, dan Larutan Kopi dengan Penambahan Susu Skim	58
Lampiran 4. Uji ANOVA terhadap pH Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 jam setelah Perlakuan	60
Lampiran 5. Uji ANOVA terhadap Berat Jenis Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 jam setelah Perlakuan	61
Lampiran 6. Uji ANOVA terhadap Kadar Glukosa Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 jam setelah Perlakuan	62
Lampiran 7. Uji ANOVA dan DMRT terhadap Kadar NaCl Urin Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) 4 jam setelah Perlakuan	63

	Halaman
Lampiran 8. Gambar Kandang Perlakuan	65
Lampiran 9a. Pembuatan Reagensia	66
Lampiran 9b. Pembuatan Larutan Arsenomolibdat	66
Lampiran 10. Penentuan Kadar Kafein	67