

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Konsep Tekanan Panas**

##### **2.1.1 Pengertian Tekanan Panas**

Tekanan panas atau *heat stress* adalah batasan kemampuan penerimaan panas yang diterima pekerja dari kontribusi metabolisme tubuh akibat melakukan pekerjaan dan faktor lingkungan, seperti temperatur udara, kelembaban, sirkulasi udara dan radiasi panas serta pakaian yang digunakan. Keadaan *heat stress* ringan maupun sedang dapat menyebabkan rasa tidak nyaman dan berakibat buruk pada penampilan kerja dan keselamatan. Pada saat *heat stress* mendekati batas toleransi tubuh, resiko terjadinya kelainan kesehatan menyangkut panas akan meningkat. (ACGIH dalam Triyanti, 2007)

##### **2.1.2 Sumber Panas di Industri**

Proses produksi yang menghasilkan panas dapat menyebabkan suhu lingkungan kerja akan lebih tinggi daripada suhu atmosfer diluar tempat kerja. Industri demikian dikenal dengan industri panas.

Berdasarkan sifat panas yang berasal dari proses produksi, industri panas terbagi dalam dua golongan:

1. Industri panas kering : pabrik baja, pengecoran besi dan pabrik gelas. Panas yang berasal dari permukaan tangki, mesin dan logam yang tidak disertai dengan penguapan air sehingga suhu udara lebih kering.
2. Industri panas lembab (*warm moist industry*) seperti pabrik tekstil, pabrik cat dan perusahaan pencuci pakaian (Pretty, 1970).

Tubuh manusia selalu menghasilkan panas sebagai akibat dari proses pembakaran zat-zat makanan dengan oksigen. Bilamana proses pengeluaran panas oleh tubuh terganggu karena adanya peningkatan panas lingkungan kerja maka suhu tubuh akan meningkat.

Menurut Santoso (1985), faktor yang mempengaruhi panas dalam perusahaan, yaitu:

1. Iklim kerja setempat
2. Proses produksi dan mesin
3. Kerja otot.

Temperatur di pabrik yang lebih tinggi dibandingkan dengan temperatur udara diluar pabrik. Dalam pabrik tidak ada angin yang berhembus bebas seperti diluar pabrik, sehingga suhu panas sangat terasa dan lingkungan kerja panas akan menimbulkan tekanan panas kepada para pekerja.

Penggunaan suatu mesin atau alat dalam proses produksi akan menghasilkan panas. Panas tersebut berbeda untuk setiap jenis alat atau mesin yang digunakan. Panas tersebut menyebar ke sekitar lingkungan kerja sehingga lingkungan kerja menjadi panas.

### **2.1.3 Faktor yang Mempengaruhi Tekanan Panas Pada Tubuh Manusia**

Faktor yang mempengaruhi tekanan panas antara lain :

1. Aklimatisasi

Aklimatisasi adalah suatu proses adaptasi fisiologis yang ditandai dengan adanya pengeluaran keringat yang meningkat, penurunan denyut nadi dan suhu tubuh akibat pembentukan keringat (Siswanto, 1987).

Aklimatisasi terhadap suhu tinggi merupakan hasil penyesuaian diri seseorang terhadap lingkungannya. Aklimatisasi terhadap panas ditandai dengan penurunan suhu tubuh dan pengeluaran garam dari dalam tubuh.

Proses aklimatisasi ditujukan kepada suatu pekerjaan dan suhu tinggi untuk beberapa waktu. Mengingat pembentukan keringat bergantung pada kenaikan suhu dalam tubuh. Aklimatisasi panas biasanya tercapai setelah dua minggu. Dengan bekerja pada suhu tinggi saja belum bias menghasilkan aklimatisasi yang sempurna (WHO, 1969:9).

## 2. Umur

Daya tahan seseorang terhadap panas akan menurun pada umur yang lebih tua. Orang lebih tua akan lebih lambat dalam pengeluaran keringat daripada orang yang lebih muda. Orang yang lebih tua membutuhkan waktu yang lama untuk mengembalikan suhu tubuh normal setelah terpapar panas. Suatu studi menemukan bahwa 70% dari seluruh penderita *heat stroke* adalah mereka yang berusia lebih dari 60 tahun. Denyut nadi maksimal dari kapasitas kerja yang maksimal berangsur-angsur menurun sesuai dengan bertambahnya umur (WHO, 1969:9).

## 3. Jenis kelamin

WHO (1969:9) mengemukakan bahwa adanya perbedaan aklimatisasi antara laki-laki dan wanita. Wanita tidak dapat beraklimatisasi dengan baik seperti laki-laki karena wanita mempunyai kapasitas kardiovaskuler yang lebih kecil.

## 4. Perbedaan suku bangsa

Perbedaan aklimatisasi yang ada diantara kelompok suku bangsa adalah kecil, yang menyebabkan perbedaan tersebut hanya pada ukuran tubuh dari tiap-tiap suku yang berbeda.

#### 5. Ukuran tubuh

Adanya perbedaan ukuran tubuh akan mempengaruhi reaksi fisiologis tubuh terhadap panas. Laki-laki dengan ukuran tubuh yang lebih kecil dapat mengalami tekanan panas yang lebih besar karena mereka mempunyai kapasitas kerja maksimal yang lebih kecil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pekerja yang berat badannya kurang dari 50 kg selain mempunyai *maximal oxygen intake* yang rendah tetapi juga kurang toleran terhadap panas daripada mereka yang mempunyai berat badan rata-rata (Siswanto, 1987).

#### 6. Gizi (*Nutrition*)

Gizi adalah proses organisme menggunakan makanan yang dikonsumsi secara normal melalui proses digesti, absorpsi, transportasi, penyimpanan, metabolisme dan pengeluaran zat yang tidak digunakan untuk mempertahankan kehidupan, pertumbuhan dan fungsi normal dari organ-organ serta menghasilkan energi (Supriasa dalam Kurniawan, 2010).

Seseorang yang gizinya buruk akan menunjukkan respon yang berlebihan terhadap tekanan panas, hal ini disebabkan karena sistem kardiovaskuler yang tidak stabil (Siswanto, 1987).

#### **2.1.4 Indikator Tekanan Panas**

Untuk mengetahui besarnya pengaruh panas lingkungan pada tubuh, para ahli telah berusaha untuk mencari metode pengukuran sederhana yang dinyatakan dalam bentuk indeks (Depkes RI, 2003: MI-2 1).

Ada empat indikator tekanan panas yaitu:

1. Suhu efektif ( Corrected effective Temperature)

Suhu efektif yaitu indeks sensoris dari tingkat panas yang dialami oleh seseorang tanpa baju, kerja ringan dalam berbagai kombinasi suhu, kelembaban dan aliran udara (Suma'mur 2009).

Kelemahan penggunaan suhu efektif adalah tidak diperhitungkannya panas metabolisme tubuh. Penyempurnaan pemakaian suhu efektif adalah dengan memperhatikan panas radiasi, dibuat skala suhu efektif dikoreksi (Corrected Effective Temperature Scale).

2. Indeks kecepatan keluar keringat selama 4 jam (*predicted 4 hours sweatrate*).

Indeks kecepatan keluar keringat selama 4 jam adalah keringat yang keluar akibat kombinasi suhu, kelembaban, kecepatan udara dan radiasi. Dapat pula dikoreksi dengan pakaian dan tingkat pekerjaan (suma'mur 2009).

3. *Indeks Belding-Hatch (heat stress index)*

Indeks *belding hatch* dihubungkan dengan kemampuan orang berkeringat dari orang standar yaitu, seseorang berusia muda dengan tinggi 170 cm dengan berat badan 154 pon dalam keadaan seat dan memiliki keegaran jasmani serta beaklimatisasi terhadap panas (suma'mur 2009).

4. ISBB (Indeks Suhu Bola Basah)

ISBB yaitu kombinasi pengukuran suhu basah, suhu kering, dan radiasi. ISBB merupakan pengukuran paling sederhana karena tidak banyak membutuhkan keterampilan, cara atau metode yang tidak sulit dan besarnya tekanan panas dapat ditentukan dengan cepat (Suma'mur, 2009).

Indeks ini digunakan sebagai cara penilaian terhadap tekanan dengan rumus :



ISBB outdoor = (0,7 suhu basah) + (0,2 suhu radiasi) + (0,1 suhu kering)

ISBB indoor = (0,7 Suhu basah alami) + (0,3 Suhu radiasi)

**Tabel 2.1** Nilai Ambang Batas Tekanan Panas Di Lingkungan Kerja

Pengaturan waktu kerja		ISBB°C		
		Beban Kerja		
Waktu kerja	Waktu istirahat	Ringan	Sedang	Berat
Kerja terus menerus (8jam/hari)	-	30,0	26,7	25,0
75%	25%	30,6	28,0	25,9
50%	50%	31,4	29,4	27,9
25%	75%	32,2	31,1	30,0

Sumber : Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Nomor Per.13/MEN/X/2011 Tahun 2011

### 2.1.5. Mekanisme Panas Tubuh

Di dalam kehidupan, tubuh manusia selalu memproduksi panas. Proses dalam menghasilkan panas ini disebut metabolisme. Proses ini pada dasarnya adalah proses oksidasi dari bahan seperti karbohidrat, lemak, protein, yang diatur oleh enzim (Kurniawan, 2010).

Manusia termasuk golongan makhluk homotermis, yaitu makhluk yang mampu mempertahankan suhu tubuhnya walaupun suhu lingkungannya berubah-ubah. Suhu tubuh manusia dipertahankan hampir menetap oleh suatu sistem pengatur suhu. Suhu yang menetap ini akibat kesetimbangan antara panas yang dihasilkan di dalam tubuh sebagai akibat metabolisme dan pertukaran panas tubuh dengan lingkungan sekitar (Suma'mur, 2009).

Proses metabolisme di dalam tubuh merupakan proses kimiawi, proses ini terus berlangsung supaya kehidupan manusia dapat dipertahankan. Hasil dari metabolisme ini antara lain energi dan panas. Panas yang dihasilkan inilah yang

merupakan sumber utama panas tubuh manusia. Dengan demikian panas akan terus terbentuk walaupun dalam keadaan istirahat, selama metabolisme berlangsung (Depkes RI, 2003: MI-2 16).

Tubuh manusia selalu menghasilkan panas sebagai akibat proses pembakaran zat makanan dengan oksigen. Jika proses pengeluaran panas oleh tubuh terganggu maka suhu tubuh akan meningkat. Antara tubuh dan lingkungan sekitarnya selalu terjadi pertukaran panas dan proses pertukaran panas ini tergantung dari suhu lingkungannya.

Suhu tubuh yang turun mengakibatkan vasodilatasi pembuluh darah kulit sehingga menyebabkan suhu kulit mendekati suhu tubuh. Suhu tubuh manusia yang dapat diraba atau dirasakan tidak hanya didapat dari metabolisme tetapi juga dipengaruhi oleh panas lingkungan. Semakin tinggi panas lingkungan semakin besar pula pengaruhnya terhadap suhu tubuh.

Sebaliknya semakin rendah suhu lingkungan semakin banyak pula suhu tubuh yang hilang. Dengan kata lain terjadi pertukaran panas antara tubuh manusia yang didapat dari metabolisme dengan tekanan panas yang dirasakan sebagai kondisi panas lingkungan. Selama perukaran panas ini seimbang, tidak akan menimbulkan gangguan baik *performance* kerja maupun kesehatan kerja (Depkes RI, 2003: MI-2 14).

### **2.1.6 Efek Panas pada Manusia**

Bagi tubuh, panas yang terlalu tinggi atau rendah memberikan pengaruh negatif bagi tenaga kerja. Menurut Nyoman Pradnyana Sucipta Putra (2004:446), efek panas bagi manusia akan berdampak pada tingkat kemampuan fisik dan mental (Tabel 2.2)

**Table 2.2** Pengaruh Suhu Lingkungan Terhadap Manusia

No.	Temperatur ( °C)	Efek terhadap tubuh
1	± 490	Temperatur yang dapat ditahan sekitar 1 jam, tetapi jauh diatas tingkat kemampuan fisik dan mental.
2.	± 300	Aktifitas mental dan daya tangkap mulai menurun dan cenderung untuk membuat kesalahan dalam pekerjaan.
3.	± 240	Kondisi optimum.
4.	± 100	Kekakuan fisik yang ekstrem mulai muncul.

Sumber: I Nyomman Pradnyana Sucipta Putra. 2004:446

Untuk mencapai keseimbangan suhu tubuh, diperlukan pengeluaran panas dari tubuh melalui mekanisme eferen sebagai berikut:

1. Pelebaran pembuluh darah kulit.

Dengan terjadinya pelebaran pembuluh darah kulit menyebabkan aliran darah ke kulit meningkat akibatnya panas tubuh yang dikeluarkan melalui proses konveksi meningkat pula. Dengan adanya pelebaran pembuluh darah kulit ini menyebabkan resistensi perifer menurun sehingga untuk dapat mempertahankan aliran darah ke jantung, jantung harus bekerja lebih berat. Pada suatu saat apabila paparan panas berkelanjutan dapat terjadi timbunan darah di daerah perifer secara berlebihan dan akibatnya adalah aliran darah ke otak berkurang sehingga tenaga kerja dapat tiba-tiba pingsan.

2. Perubahan pada kelenjar keringat.

Perubahan pada kelenjar keringat yaitu meningkatnya jumlah kelenjar keringat yang aktif serta meningkatnya sekresi kelenjar keringat. Dengan adanya mekanisme seperti ini, suhu tubuh dipertahankan hampir menetap walaupun suhu lingkungan berubah-ubah. Pengeluaran cairan tubuh yang baik melalui kulit



maupun dari organ lainnya, dalam keadaan normal akan dapat dikompensasi dengan cairan yang masuk baik melalui makanan, minuman dan hasil dari oksidasi sel.

Pengeluaran cairan melalui keringat disertai dengan pengeluaran natrium yang cukup besar. Kehilangan natrium yang terus menerus melalui keringat tanpa diimbangi oleh masukan dari makanan atau minuman dapat menyebabkan terjadinya keadaan kurang natrium atau *hiponatremia*. Hal ini juga akan menyebabkan terjadinya dehidrasi yang ditandai dengan berkurangnya elastisitas kulit, bibir kering dan penurunan tekanan darah.

Ketidakseimbangan cairan dan elektrolit dalam tubuh mengakibatkan berbagai gangguan pada organ tubuh manusia. Ketidakseimbangan volume terutama mempengaruhi cairan ekstraseluler yang dapat mengganggu aliran darah dan menurunkan tekanan darah. Kekurangan volume ekstraseluler atau *hipovolemia* merupakan keadaan kehilangan cairan tubuh *isotonic* yang disertai kehilangan natrium dan air dalam jumlah yang relatif sama, jika hal ini terus berlangsung mengakibatkan gangguan keseimbangan tubuh berupa penurunan tekanan darah. Kekurangan volume cairan ekstraseluler memngganggu curah jantung dengan mengurangi alir balik vena ke jantung. Jika terjadi *hipovolemia* yang berat maka vasokonstriksi simpatik dan vasokonstriksi parasimpatik yang diperantarai oleh angiotensin II juga meningkat, sehingga terjadi penahanan aliran darah menuju ginjal, saluran cerna, otot dan kulit. Sedangkan aliran darah yang menuju coroner dan otak relatif dipertahankan. Menurunnya volume plasma berakibat langsung terhadap menurunnya curah jantung dan menurunnya tekanan

darah. Tanda awal dari kekurangan volume adalah hipotensi ortostatik dengan menurunnya tekanan darah sedikitnya 10 mmHg.

Lingkungan kerja dengan suhu tinggi selain mengganggu kenyamanan bekerja juga mempengaruhi keseimbangan cairan dan elektrolit tubuh. Jika jumlah cairan dan elektrolit yang masuk tidak cukup untuk maka produksi urin akan menurun dan kepekatan urin akan meningkat (hipersaturasi). Keadaan ini apabila berlangsung cukup lama akan mendorong terbentuknya Kristal atau batu asam urat di saluran kemih. Keadaan supersaturasi adalah kekuatan energi yang digunakan dalam pembentukan fase padat pada urin.

Penelitian yang dilakukan Borghi pada tahun 1993 terhadap pekerja di pabrik gelas yang terpapar panas pada suhu 29-31 °C WBGT di lingkungan kerja lebih dari 5 tahun menemukan batu asam urat di saluran kemih pada sekitar 38,8% pekerja, yang mengeluhkan pegal atau nyeri di daerah pinggang atau rasa panas ketika buang air kecil. Studi ini memastikan bahwa dehidrasi kronis menciptakan faktor resiko berbahaya terutama terhadap timbulnya batu asam urat.

### **2.1.7 Respon Faal Tubuh terhadap Tekanan Panas**

Bagi manusia, lingkungan kerja panas lebih banyak menimbulkan permasalahan daripada lingkungan kerja dingin. Hal ini terjadi karena pada umumnya manusia lebih mudah melindungi dirinya dari pengeruh suhu udara yang rendah daripada suhu udara yang tinggi (Siswanto. 2008). Bernard (2000) menyatakan bahwa beberapa respon fisiologis akibat paparan panas, pengeluaran keringat yang dapat menyebabkan penurunan berat badan, peningkatan suhu tubuh dan jantung serta tekanan darah. Tenaga kerja dikatakan mengalami *heat strain* bila suhu tubuh melebihi 38 °C.

### 2.1.7.1 Pengeluaran Keringat

Berkeringat merupakan efek dari peningkatan suhu tubuh. Prinsip dari berkeringat adalah hilangnya panas melalui evaporasi ketika suhu tubuh inti meningkat di atas kritis  $37^{\circ}\text{C}$ . adanya peningkatan suhu tubuh setiap  $1^{\circ}\text{C}$  dari suhu kritis mengakibatkan berkeringat cukup banyak, setara untuk membuang sepuluh kali basal metabolisme rate (BMR) dari pembentukan panas (Ganong, 2001).

Pengeluaran cairan keringat oleh tubuh ditentukan oleh jumlah kelenjar keringat yang aktif dan banyaknya keringat yang diproduksi oleh kelenjar keringat tersebut. Seseorang yang telah beraklimatisasi dapat mengeluarkan keringat sebanyak 1-1,5 liter perjam dan keadaan ini dapat berlangsung selama beberapa jam. Keringat akan menetes pada permukaan kulit apabila intensitas keringat telah melampaui  $1/3$  dari kapasitas evaporasi maksimal (Siswanto, 2008).

Pembuluh darah kulit akan mengalami pelebaran apabila manusia terpapar panas sehingga menyebabkan perpindahan panas dari dalam tubuh ke perifer atau permukaan kulit. Terjadi pula peningkatan aktifitas dari kelenjar keringat dengan mekanisme berkeringat atau evaporasi dengan demikian panas tubuh akan dibuang. Evaporasi penting untuk pendinginan kulit dan darah selama pemaparan panas (Astrand, 1975).

Bila udara dalam suatu ruangan telah jenuh dengan uap air, maka penguapan keringat tidak berlangsung lagi sehingga suhu tubuh akan meningkat. Kapasitas berkeringat individu bervariasi tergantung suhu lingkungan sekitar dimana pekerja berada dan jenis pekerjaan yang dikerjakan.

Menurut Siswanto (2008), satu gram keringat dapat mengeliminasi panas tubuh sebanyak 0,85 kkal dan banyaknya keringat yang menguap akan ditentukan

oleh perbedaan antara tekanan uap air pada kulit dan tekanan parsial uap air yang terdapat dalam atmosfer. Apabila udara suatu ruangan telah jenuh dengan uap air maka penguapan keringat tidak berlangsung lagi sehingga suhu tubuh akan terus meningkat dan produksi keringat akan terganggu apabila suhu tubuh meningkat hingga  $1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . oleh sebab itu suhu tubuh dari pekerja yang terpapar panas diusahakan tidak melebihi batas aman, yakni,  $38\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### **2.1.7.2 Peningkatan Suhu Tubuh Manusia**

Tubuh manusia dan lingkungan selalu terjadi pertukaran panas. Proses pertukaran panas tergantung dari suhu lingkungan. Suhu menetap akibat adanya keseimbangan panas antara panas yang dihasilkan oleh tubuh dengan panas yang ada di lingkungan (Suma'mur,2009). Suhu tubuh normal mulai  $36 - 37,5^{\circ}\text{C}$ . Bila diukur melalui rectal nilainya berkisar  $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  lebih tinggi daripada suhu oral (Ganong,2001).

Seseorang yang tetap menginginkan sehat dan dapat bekerja dengan efisien maka mereka harus mempertahankan tubuhnya pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$ . 95% orang dewasa muda suhu mulut di pagi hari berkisar  $36,3-37,1^{\circ}\text{C}$ .

Proses metabolisme dalam tubuh merupakan proses kimiawi dan proses ini berlangsung supaya kehidupan manusia dapat dipertahankan. Hasil dari proses metabolisme ini adalah energi dan panas (Depkes RI, 2003).

Panas yang dihasilkan inilah merupakan sumber utama panas tubuh manusia. Panas tubuh akan terus dibentuk walaupun dalam keadaan istirahat dan hal ini akan terus berlangsung selama proses metabolisme (Depkes RI, 2003).

Tubuh manusia akan selalu menghasilkan panas sebagai akibat dari proses pembakaran zat-zat makanan oleh oksigen. Apabila proses pengeluaran panas

oleh tubuh terganggu karena adanya beban panas atau tekanan panas dari suatu alat atau proses produksi seperti boiler, dapur peleburan dan sebagainya. Maka suhu tubuh akan meningkat. Suhu tubuh manusia normal sekitar 36-37 °C dengan suhu kulit sekitar 35 °C.

Antara tubuh dan lingkungan sekitarnya terjadi pertukaran panas secara terus menerus sehingga suhu tubuh menjadi bertambah panas karena adanya akumulasi panas akibat beban kerja, tekanan panas dari mesin dan proses produksi. Apabila suhu tubuh tidak terus naik, hal ini dikarenakan oleh suatu mekanisme yang disebut pengaturan keseimbangan, dengan cara mengeluarkan keringat yang bias membasahi permukaan kulit. Panas dari mesin atau dari proses produksi dan proses metabolisme dapat mengakibatkan pengeluaran keringat proses ini akan terus berlangsung sampai tidak terjadi kenaikan suhu tubuh.

Kemampuan tubuh untuk mengatur panas dalam tubuh terbatas, apabila panas yang berlebih dalam tubuh tidak dibuang maka siklus berantai akan timbul hal ini dapat terjadi karena proses metabolisme dipicu sesuai dengan kenaikan suhu tubuh. Meningkatnya proses metabolisme akan menyebabkan panas yang dihasilkan juga bertambah dan berdampak pada peningkatan suhu tubuh (Depkes RI, 2003).

Perlu adanya vasodilatasi pembuluh darah ke kulit sehingga suhu kulit dapat mengikuti suhu tubuh. Apabila suatu pekerjaan dilakukan di tempat kerja yang mempunyai suhu panas, maka pekerja yang bertubuh kecil (*small or underdeveloped worker*) dengan luas permukaan tubuh yang kecil dan tenaga kerja yang gemuk (*overweight individual*) dengan permukaan tubuh yang luas, maka tubuh yang kecil akan rentan terhadap suhu panas.



Hasil penelitian menunjukkan bahwa tenaga kerja yang mempunyai berat badan kurang dari 50 kg mempunyai oksigen *intake* yang lebih rendah dan mempunyai toleransi yang rendah terhadap panas dibandingkan dengan tenaga kerja yang mempunyai berta badan normal (Siswanto, 2008).

Kehilangan cairan yang berlebihan menyebabkan penurunan volume plasma hal ini akan mempengaruhi *cardiac output*. Apabila keadaan ini berlanjut *cardiac output* yang menurun diikuti oleh penurunan sirkulasi darah ke kulit akibatnya proses berkeringat juga menurun. Bila keadaan seperti ini terus berlangsung artinya proses berkeringat juga menurun maka penurunan suhu tubuh akan berhenti karena panas terus diproduksi dari proses metabolisme, suhu tubuh juga akan bertambah tanpa adanya kesempatan turun yang akhirnya pekerja akan mengalami kolaps (Depkes RI, 2003).

Pada suhu udara dingin reseptor dingin kulit terangsang, impuls diteruskan ke neuron yang peka dingin yaitu pada *hypothalamus posterior*. Sebagai respon, *hypothalamus* meneruskan impuls ke pembuluh darah perifer sehingga menghambat aktifitas kelenjar keringat, sehingga kulit menjadi pucat. Kulit tampak pucat karena terjadi proses penyempitan pembuluh darah.

Impuls syaraf juga disalurkan melalui syaraf otonom. Proses kehilangan panas ini tidak berlangsung secara terus menerus dan berlebihan karena *hypothalamus* mengatur pembentukan panas dengan meningkatkan sekresi hormon pada proses metabolisme.

Hypothalamus akan memproduksi zat yang merangsang sekresi *thyroid stimulating hormone* (TSH) oleh kelenjar pituitrin anterior. TSH merangsang tyroid untuk memproduksi tiroksin yang mempengaruhi meningkatnya proses

metabolism. Sebaiknya kadar tyroid yang meningkat, menghambat sekresi TSH sehingga tyroid dihambat untuk bersekresi (Depker RI, 2003).

Kondisi tubuh sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut :

1. Aktifitas tubuh
2. Makanan dan minuman
3. Iklim atau suhu udara
4. Emosi
5. Status kesehatan
6. Penggunaan pakaian

### **2.1.8 Pencegahan dan Pengendalian Panas.**

#### **A. Pencegahan Panas**

Pencegahan terhadap gangguan panas meliputi: air minum, garam, makanan, istirahat, tidur dan pakaian.

##### 1. Air minum

Merupakan unsur pendingin tubuh yang penting dalam lingkungan panas. Air diperlukan untuk mencegah terjadinya dehidrasi akibat berkeringat dan pengeluaran urin.

##### 2. Garam (NaCl)

Pada pengeluaran keringat yang banyak, perlu menambah pemberian garam, akan tetapi tidak boleh berlebihan karena dapat menimbulkan haus dan mual.

##### 3. Makanan

Sesudah makan, sebagian besar darah mengalir ke daerah usus untuk menyerap hasil pencernaan.

#### 4. Istirahat

Cara ini bermanfaat untuk menghindari terjadinya efek kelelahan kumulatif.

#### 5. Tidur

Menghindari efek kelelahan setelah aktivitas fisik yang berat yang dilakukan pada lingkungan kerja yang panas, tubuh memerlukan istirahat yang cukup dan tidur sekitar 7 jam sehari.

#### 7. Pakaian

Pakaian melindungi permukaan tubuh terhadap radiasi sinar matahari dan sebagai penghambat terjadinya konveksi antara kulit dengan aliran udara. Untuk mendapatkan efek yang menguntungkan, baju yang dipakai harus cukup longgar terutama bagian leher, ujung lengan dan ujung celana.

### **B. Pengendalian Panas**

Pengendalian terhadap tekanan panas meliputi ssebagai berikut:

#### 1. Isolasi terhadap sumber panas

Isolasi terhadap benda yang panas akan mencegah keluarnya panas ke lingkungan. Ini dapat dilakukan misalnya dengan membalut pipa yang panas, menutupi tangki yang berisi cairan panas sehingga mengurangi aliran panas yang timbul. Cara ini merupakan cara yang praktis dalam membatasi pemaparan seseorang terhadap panas dan merupakan cara pengendalian yang dianjurkan bila tempat kkerja terdapat sumber panas yang sangat tinggi.

#### 2. Tirai radiasi

Tirai radiasi terbuat dari lempengan alumunium, baja anti karat atau dari bahan metal yang permukannya mengkilap.

#### 3. Ventilasi setempat

Ventilasi ini bertujuan untuk mengendalikan panas konveksi yaitu dengan menghisap udara panas.

#### 4. Pendinginan lokal

Pendinginan lokal dilakukan dengan cara mengalirkan udara sejuk ke sekitar pekerja dengan tujuan menggantikan udara yang panas dengan udara yang sejuk dan dialirkan dengan kecepatan tinggi.

#### 5. Ventilasi umum

Cara ini paling sering digunakan untuk mengendalikan suhu dan kelembaban udara yang tinggi tetapi tidak dapat digunakan untuk mengurangi paparan panas karena radiasi yang tinggi.

#### 5. Pengaturan lama kerja

Pengaturan lama bekerja digunakan untuk menghindari terjadinya gangguan kesehatan akibat terpapar suhu udara yang tinggi, lamanya kerja dan istirahat harus disesuaikan dengan tingkat tekanan panas yang dihadapi oleh pekerja.

### 2.1.8 Pengukuran Iklim Kerja

Pengukuran tekanan panas menggunakan alat *Psykrometer* dan *Globe Thermometer* yaitu suatu alat untuk mengukur suhu basah, suhu kering dan suhu radiasi. Pengukuran tekanan panas di lingkungan kerja dilakukan dengan meletakkan alat pada ketinggian 1,2 meter bagi tenaga kerja yang berdiri dan 0,6 meter bila tenaga kerja dalam posisi duduk dalam melakukan pekerjaannya. Pada saat pengukuran reservoir (tendon) termometer suhu basah diisi dengan akuades dan waktu adaptasi alat 10 menit.



Sumber : Suma'mur Tahun 2009

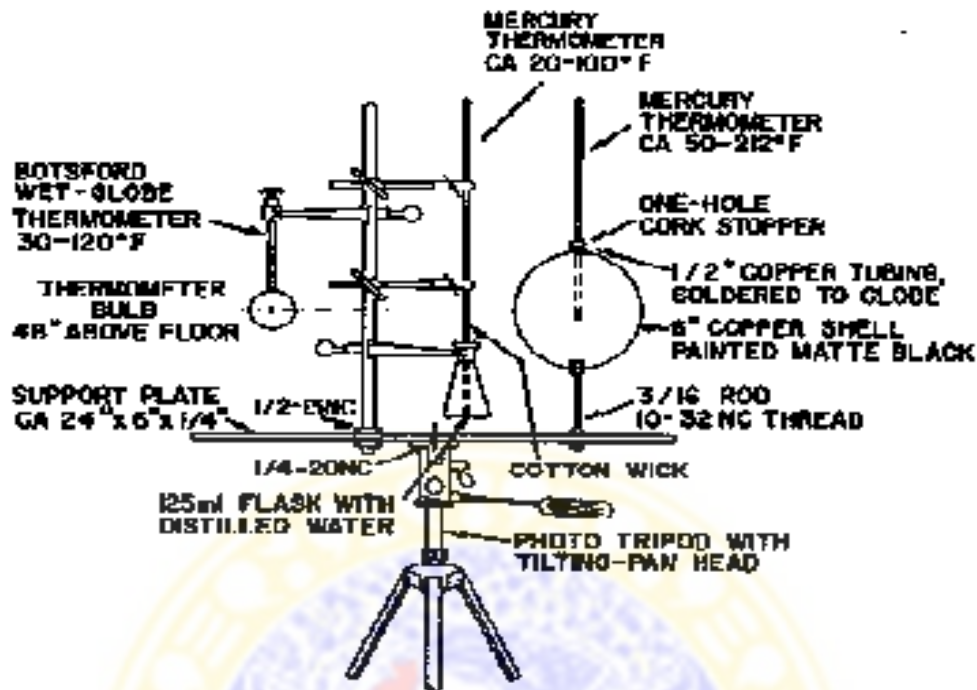
**Gambar 2.1** *Phsykrometer*



Sumber : Suma'mur Tahun 2009

**Gambar 2.2** *Globe Thermometer*





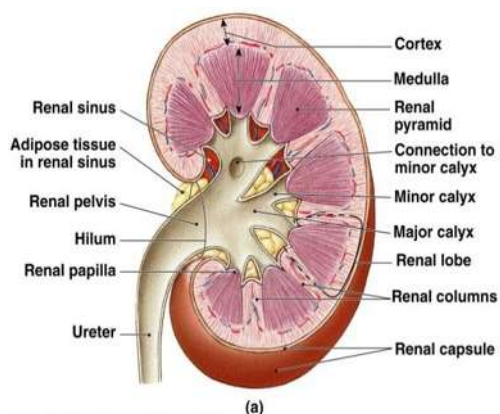
Sumber : Suma'mur Tahun 2009

**Gambar 2.3** Susunan termometer untuk mengukur temperatur di lingkungan kerja

## 2.2 Ginjal

### 2.2.1 Anatomi dan Fisiologi Ginjal

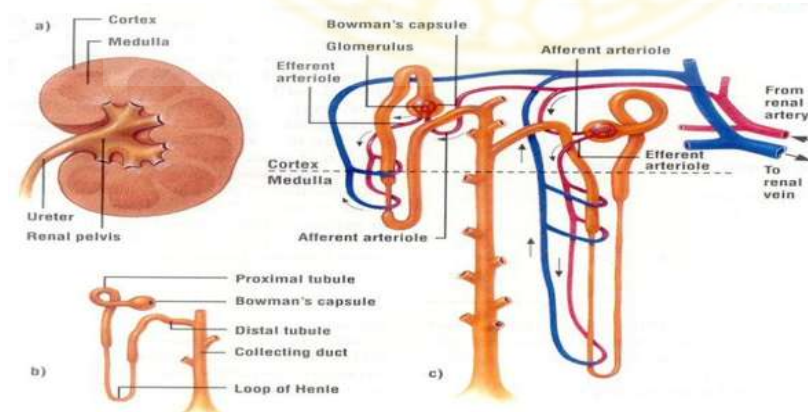
Ginjal adalah organ vital yang berperan sangat penting dalam mempertahankan keseimbangan lingkungan dalam tubuh. Ginjal mengatur keseimbangan cairan tubuh dan elektrolit dan asam basa dengan cara menyaring darah yang melalui ginjal, reabsorpsi selektif air, elektrolit dan non-elektrolit serta mengekskresi kelebihan sebagai kemih. Ginjal juga mengeluarkan sampah metabolisme (seperti urea, kreatinin dan asam urat) dan zat kimia asing. Selain fungsi regulasi dan ekskresi, ginjal juga mensekresi renin (yang penting untuk pengaturan tekanan darah), juga bentuk aktif vitamin D (untuk pengaturan kalsium) serta eritropoietin (untuk sintesis darah) (Price, 1995).



Sumber : Fisiologi Kedokteran Guyton Tahun 2007

### Gambar 2.4 Anatomi Ginjal

Ginjal merupakan organ yang berbentuk kacang, terletak di kedua sisi *kolumna vertebralis*. Ginjal sebelah kanan sedikit lebih rendah dibanding ginjal sebelah kiri karena tertekan ke bawah oleh hati. Katup atasnya ginjal kanan terletak setinggi kostal ke-12 dan ginjal kiri setinggi kostal ke-11. Ginjal terletak di bagian belakang rongga abdomen, di belakang peritoneum, di depan dua kosta terakhir dan tiga otot-otot besar (*tranversus abdominis*, *kuadratus lumborum* dan *psoas mayor*). Kelenjar adrenal terletak di atas katup masing-masing ginjal. Pada orang dewasa panjang ginjal antara 12-13 cm, lebarnya  $\pm$  6 cm dan beratnya antara 120-150 gram.



Sumber : Fisiologi Kedokteran Guyton Tahun 2007.

### Gambar 2.5 Anatomi Ginjal dan Bagiannya

Potongan logitudinal ginjal memperlihatkan dua daerah yang berbeda yaitu korteks (bagian luar) dan medula (bagian dalam). Medula terbagi-bagi menjadi baji segitiga yang disebut piramid. Piramid-piramid tersebut diselingi oleh bagian korteks yang disebut dengan kolom *bertini*. Piramid ini tampak bercorak karena tersusun dari segmen-segmen tubulus dan duktus pengumpul nefron. Papila (*apeks*) dari tiap piramid akan membentuk duktus *papilaris belini* yang terbentuk dari persatuan bagian terminal dari banyak duktus pengumpul. Setiap duktus papilaris masuk ke dalam suatu perluasan ujung pelpis ginjal berbentuk seperti cawan yang disebut dengan kaliks minor. Beberapa kaliks minor bersatu yang akan membentuk kaliks mayor, yang selanjutnya bersatu sehingga membentuk pelvis ginjal. Pelvis ginjal merupakan reservoir utama pada sistem pengumpul ginjal. Ureter menghubungkan pelvis ginjal dengan kandung kemih (Price, 1995).

Nefron merupakan satu kesatuan unit fungsional dari ginjal, masing-masing ginjal manusia terdiri dari kurang lebih 1 juta nefron, setiap nefron mempunyai dua komponen utama, yaitu: glomerulus (kapiler gromelurus) dan tubulus (Guyton, 2007). Nefron terdiri atas bagian yang melebar, korpuskulus renal; tubulus kontortus proksimal, segmen tipis dan tebal ansa Henle; dan tubulus kontortus distal. Pada kutub urinarius pada korpuskulus renal, epitel gepeng dari lapisan parietal kapsul Bowman, berhubungan langsung dengan epitel silindris dari tubulus kontortus proksimal. Tubulus ini lebih panjang dari tubulus kontortus distal dan karenanya tampak lebih banyak dekat korpuskulus renalis dalam labirin korteks. Tubulus ini juga memiliki lumen lebar dan dikelilingi oleh kapiler peritubuler (Junqueira, 1995).

Pembentukan urin (kemih) dimulai dengan proses filtrasi plasma pada glomerulus. Aliran darah ginjal (RBF: renal blood flow) adalah sekitar 25% dari curah jantung atau sekitar 1.200 ml/menit. Bila hematokrit normal dianggap 45%, maka aliran plasma ginjal (RPF: renal plasma flow) sama dengan 660 ml/menit ( $0,55 \times 1.200 = 660$ ). Sekitar seperlima dari plasma atau 125 ml/menit dialirkan melalui glomerulus ke kapsula Bowman. Ini dikenal dengan istilah laju filtrasi glomerulus (Guyton,2007).

Tekanan-tekanan yang berperan dalam proses laju filtrasi glomerulus yang cepat ini seluruhnya bersifat pasif, dan tidak membutuhkan energi metabolik untuk proses tersebut. Tekanan filtrasi yang berasal dari perbedaan tekanan yang terdapat antara kapiler glomerulus dan kapsula Bowman. Tekanan hidrostatik darah dalam kapiler glomerulus mempermudah filtrasi dan kekuatan ini dilawan oleh tekanan hidrostatik filtrasi dalam kapsula Bowman serta tekanan osmotik koloid darah.

Tekanan koloid osmotik kapiler pada hakekatnya adalah nol. Zat-zat yang difiltrasi ginjal dibagi dalam 3 kelas yaitu: elektrolit, nonelektrolit dan air. Beberapa jenis elektrolit yang paling penting adalah natrium, kalium, kalsium, magnesium, bikarbonat, klorida dan fosfat. Sedangkan non-elektrolit yang penting adalah glukosa, asam amino dan metabolit yang merupakan hasil akhir dari proses metabolisme protein seperti: urea, asam urat dan kreatinin. Setelah filtrasi, langkah kedua dalam proses pembentukan kemih adalah reabsorpsi selektif zat-zat yang sudah difiltrasi. Kebanyakan dari zat yang difiltrasi akan direabsorpsi melalui poro-pori kecil yang terdapat dalam tubulus sehingga akhirnya zat-zat tersebut kembali lagi ke dalam kapiler peritubular yang mengelilingi tubulus.



Disamping itu beberapa zat disekresikan pula dari pembuluh darah peritubular ke dalam tubulus (Price, 1995).

### **2.2.2. Fungsi Ginjal**

Ginjal menjalankan fungsi yang multipel, antara lain:

#### **1. Pengaturan keseimbangan air dan elektrolit**

Untuk mempertahankan homeostasis, ekskresi air dan elektrolit seharusnya sesuai dengan asupan. Jika asupan melebihi ekskresi, jumlah zat dalam tubuh akan meningkat dan sebaliknya. Kapasitas ginjal untuk mengubah ekskresinatriumnya sebagai respon terhadap perubahan asupan natrium, jumlahnya sangat besar.

#### **2. Sekresi hasil buangan metabolik dan bahan kimia asing**

Ginjal merupakan organ utama untuk membuang produk sisa metabolisme yang tidak lagi diperlukan oleh tubuh. Produk ini meliputi: urea (dari metabolisme asam amino), kreatinin (dari kreatin otot), asam urat (dari asam nukleat), produk akhir dari pemecahan hemoglobin (bilirubin) dan metabolit dari berbagai hormon. Ginjal juga membuang toksin dan zat asing lainnya yang diproduksi oleh tubuh dan pencernaan seperti pestisida, obat-obatan dan makanan tambahan.

#### **3. Pengaturan tekanan arteri**

Ginjal berperan penting dalam pengaturan tekanan arteri jangka panjang dengan mengekskresikan sejumlah natrium dan air sedangkan jangka pendek dengan mengekskresikan faktor atau zat vasoaktif, seperti renin yang menyebabkan pembentukan produk vasoaktif (angiotensi II).

#### **4. Pengaturan keseimbangan asam dan basa**



Ginjal turut mengatur keseimbangan asam basa bersama dengan sistem dapar paru dan cairan tubuh, dengan mengekskresikan asam dan mengatur penyimpanan dapar cairan tubuh. Ginjal merupakan satu-satunya organ untuk membuang tipe-tipe asam tertentu dari tubuh yang dihasilkan oleh metabolisme protein, seperti asam fosfat atau sulfat.

#### 5. Pengaturan produk eritrosit

Ginjal menyekresikan eritropoetin, yang merangsang pembentukan sel darah merah, salah satu rangsangan yang penting adalah hipoksia.

#### 6. Pengaturan produksi 1,25-dihidroksi vitamin D-3

Ginjal menghasilkan bentuk aktif vitamin D, yaitu 1,25-dihidroksi vitamin D<sub>3</sub>. Dengan menghidroksi vitamin ini posisi nomor "1", vitamin ini penting dalam pengaturan kalsium dan fosfat.

#### 7. Sistem glukosa

Ginjal mensintesis glukosa dari asam amino dan prekursor lainnya selama masa puasa yang panjang, proses ini disebut *glukoneogenesis* (Guyton, 2007).

### 2.2.3 Tes Evaluasi Fungsi Ginjal

#### A. Pemeriksaan Urin

Tes kimia terhadap urin sangat disederhanakan dengan digunakannya carik kertas impregnasi yang dapat mendeteksi zat-zat seperti glukosa, aseton, bilirubin, protein dan darah. pH urin juga dapat diukur menggunakan tes dipstik. Yang penting pada penyakit ginjal adalah deteksi adanya protein dan darah dalam urin, pengukuran osmolaritas atau berat jenis dan pemeriksaan makroskopis untuk dipertimbangkan pada metode morfologis (Lorraine,2010).

##### 1. Proteinuria

Orang dewasa normal dan sehat mengeskresi sedikit protein dalam urin sekitar 150 mg/hari, yang terdiri dari albumin dan protein *Tamm-Harsfall*. Yang terakhir ini dieskresi oleh tubulus distal. Proteinuria dalam jumlah yang lebih besar dari 150 mg/hari dianggap patologis.

Karena mudah digunakan, maka tes dipstik merupakan tes yang paling sering digunakan untuk menguji proteinuria. Ujung potongan stick dicelupkan kedalam urin lalu langsung diangkat dan urin yang berlebihan dibuang dengan mengetuk-ngetukkan potongan tersebut pada pinggir tempat penampung. Kemudian hasilnya dibaca dengan membandingkan kartu daftar warna pada tabel, tingkatannya dari 0 sampai +4. Sedangkan jumlah protein yang bersangkutan adalah sedikit (kurang dari 30 mg/100 ml urin), +1 (30 mg/100 ml), +2 (100 mg/100 ml urin), +3 (300 mg/100 ml urin), +4 (1 gr/100 ml urin).

Adanya proteinuria yang terus menerus, hampir selalu menunjukkan adanya penyakit ginjal, terutama yang mengenai glomerulus. Penyebab langsung proteinuria selalu berupa peningkatan permeabilitas glomerulus. Glomerulus terdiri dari tiga lapis (endotel, membrana basalis, dan epitel) yang mempunyai rangkaian pori-pori dengan berbagai ukuran. Dalam keadaan normal hanya ada sebagian kecil albumin dapat difiltrasi oleh glomerulus dan kebanyakan albumin direabsorpsi dalam tubulus. Albuminuria merupakan jenis glomerulonefritis yang paling sering ditemukan. Proteinuria berat menyatakan lewatnya 3,5 gram protein perhari dan merupakan definisi laboratoris sindroma nefrotik.

Proteinuria moderat dikaitkan dengan suatu spektrum luas penyakit ginjal dan proteinuria minimal (kurang dari 1 gram perhari) lebih cenderung dikaitkan

dengan penyakit ginjal seperti pielonefritis kronis dimana glomerulus tidak terlalu banyak terserang.

## 2. Hematuria

Tes dipstik untuk mengetahui adanya okulta merupakan tes penyaring yang baik untuk hematuria. Apabila hasilnya positif, harus dilakukan pemeriksaan makroskopis urin. Hematuria sering ditemukan pada sejumlah penyakit ginjal dan proses patologis saluran kemih bagian bawah, termasuk infeksi, batu, trauma dan neoplasma. Hematuria merupakan gambaran menyolok pada glomerulonefritis tetapi tidak pielonefritis.

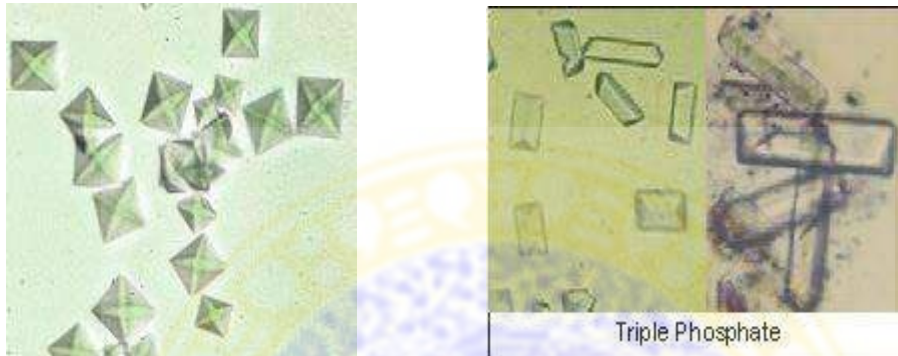
## 3. pH Urin

Pada orang dewasa sehat, pH urin berkisar antara 4,5 – 8,0 , tetapi rata-rata contoh urin yang dikumpulkan cukup asam, ph sekitar 6,0 karena adanya metabolit-metabolit asam yang dihasilkan oleh proses kerusakan jaringan jaringan tubuh normal dan nutrien. Pola diurna yang umum berupa peningkatan pH sesudah makan diikuti penurunan secara bertahap sampai waktu makan berikutnya. Sedangkan selama berjam-jam tidur pH mencapai minimal (peningkatan asam nokturnal akibat hipoventilasi waktu tidur). Diet yang mengandung banyak protein hewani cenderung membentuk urin asam sedangkan diet yang banyak mengandung sayur-sayuran lebih cenderung membentuk urin basah.

Urin yang terus menerus bersifat asam dapat terjadi pada asidosis respiratorik atau asidosis metabolik dan pada pireksia (demam). Sedangkan urin yang bersifat basah menyatakan adanya infeksi saluran kemih oleh organisme yang menguraikan urea. Contoh pada infeksi *Proteus*, pH urin tetap sebesar 8 atau

lebih tinggi lagi. Urin yang bersifat basah juga terjadi pada renal tubular asidosis (penyakit ginjal dimana bikarbonat tidak dapat dikonversi), pada kekurangan kalium dan sindroma fanconi (penyakit ginjal dimana terjadi gangguan ekskresi amonia).

#### 4. Kristal (batu)

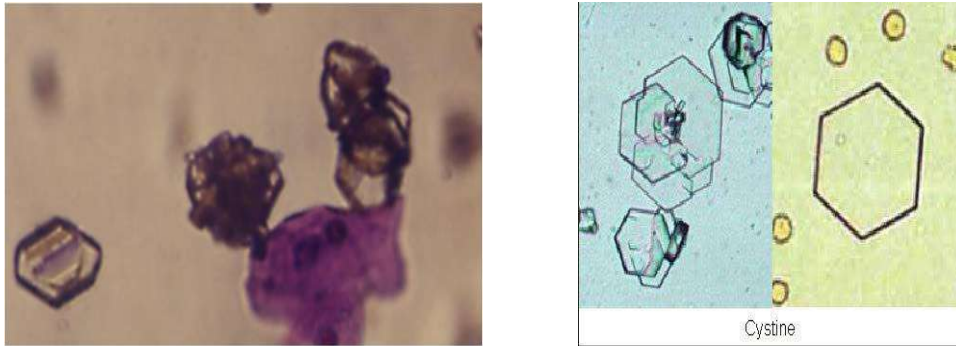


Sumber : Fisiologi Kedokteran Guyton Tahun 2007

**Gambar 2.6** Kristal Batu Kalsium Oksalat dan Triple Fosfat

Batu yang sering terbentuk dalam urin yang bersifat basah biasanya terdiri dari kalsium oksalat, kristal asam urat atau nistin. Pasien yang diberi obat-obatan sitotoksik untuk melawan kanker atau leukimia apabila terjadi hiperurisemia yang dapat menyebabkan kristalisasi asam urat. Asam urat terutama terbentuk sebagai hasil akhir metabolisme nukleoprotein. Dengan meningkatnya proliferasi dan destruksi sel, maka terjadi peningkatan asam urat yang sebanding karena proses degenerasi nukleoprotein. Perlu dianjurkan untuk minum cairan yang banyak terutama sebelum tidur dimana urin cenderung lebih asam untuk mencegah kristalisasi asam urat dalam tubulus ginjal dan untuk mencegah obstruksi yang ditimbulkannya.





Sumber : Fisiologi Kedokteran Guyton Tahun 2007

### **Gambar 2.7** Batu Asam Urat dan Sistin

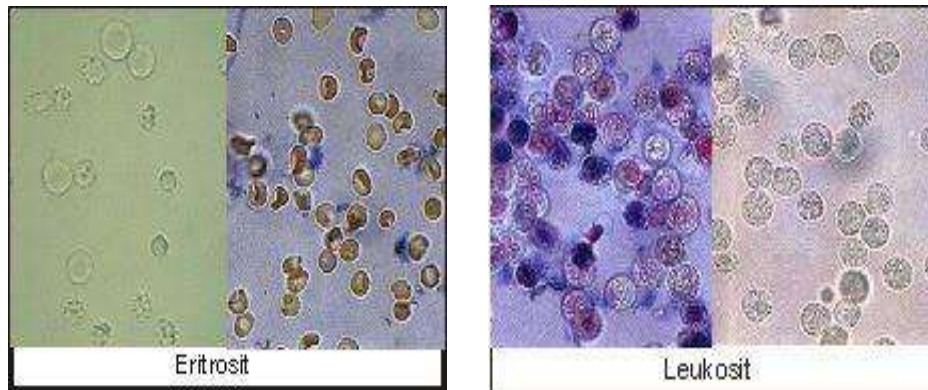
Batu yang sering terbentuk pada urin yang basa terdiri dari kalsium fosfat atau magnesium amonium fosfat (batu triple fosfat). Kalsium fosfat atau oksalat sering ditemukan pada batu triple fosfat. Batu triple fosfat dikaitkan dengan infeksi saluran kemih terutama diakibatkan oleh organisme yang dapat memecah urea. Batu-batu ini kadang-kadang tumbuh sehingga memenuhi seluruh sistem pelviks-caliks. Batu seperti ini sering disebut batu “steghorn” karena bentuknya. Batu ini harus dibuang melalui proses pembedahan.

90 % dari semua batu mengandung kalsium maka hiperkalsiuria merupakan predisposisi yang penting. Hiperkalsiuria berkaitan dengan hiperparatiroidisme, renal tubular asidosis dan imobilisasi yang lama. Semuanya berkaitan dengan mobilisasi garam kalsium dari tulang.

#### 4. Morfologik

Pemeriksaan mikroskopik urin dilakukan pada contoh urin yang baru saja dikumpulkan kemudian disentrifugasi. Dalam keadaan sehat urin mengandung sedikit sel dan unsur lain yang berasal dari seluruh saluran genitourinarius seperti silinder, sel-sel epitel saluran urin dan vagina (wanita), spermatozoa (pria), lendir dan tak lebih dari satu atau dua sel darah merah dan tiga atau empat sel darah putih per lapangan pandang besar.

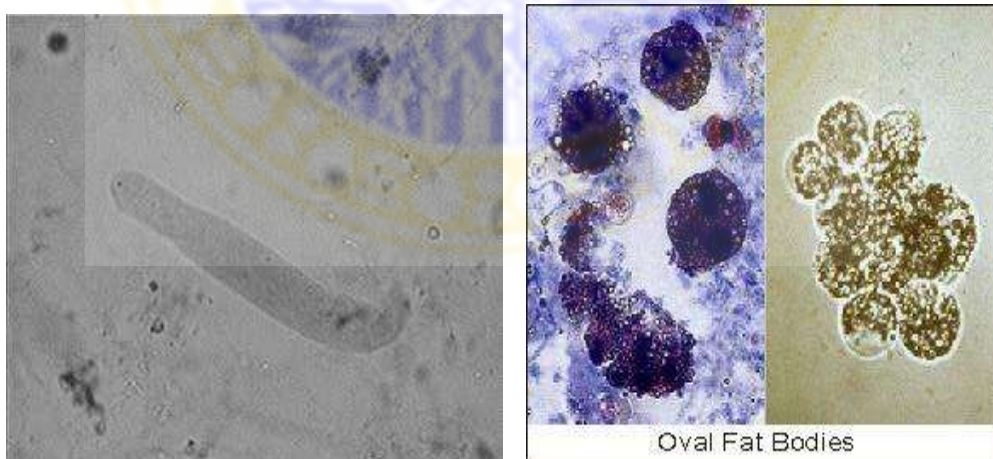




Sumber : Fisiologi Kedokteran Guyton Tahun 2007

**Gambar 2.8** Sel Darah Merah dan Sel Darah Putih

Unsur abnormal yang paling sering ditemukan dalam urin adalah sel darah merah, sel darah putih, bakteri dan silinder. Semua silinder berasal dari ginjal dan diduga dibentuk dalam tubulus ginjal. Jadi, silinder menyatakan keadaan dalam ginjal semata-mata dan karena alasan ini silinder mempunyai nilai diagnostik yang tinggi. Silinder terdiri dari matriks mukoprotein, mukoprotein Tamm-Horsfall dimana sel-sel atau debris tertanam dan dimana berbagai serum dan protein ginjal dalam terbasorpsi.

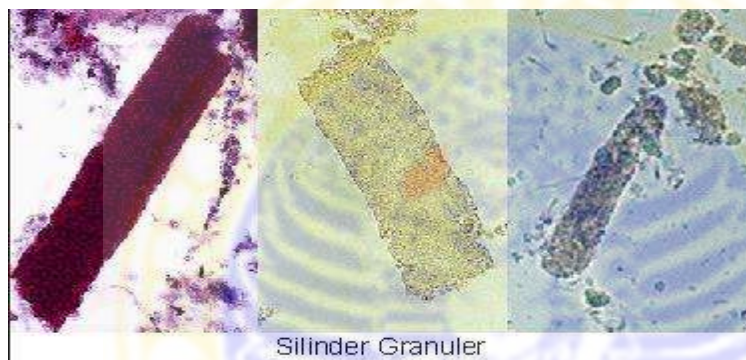


Sumber : Fisiologi Kedokteran Guyton Tahun 2007

**Gambar 2.9** Silinder Hialin dan *Oval Fat Bodies*

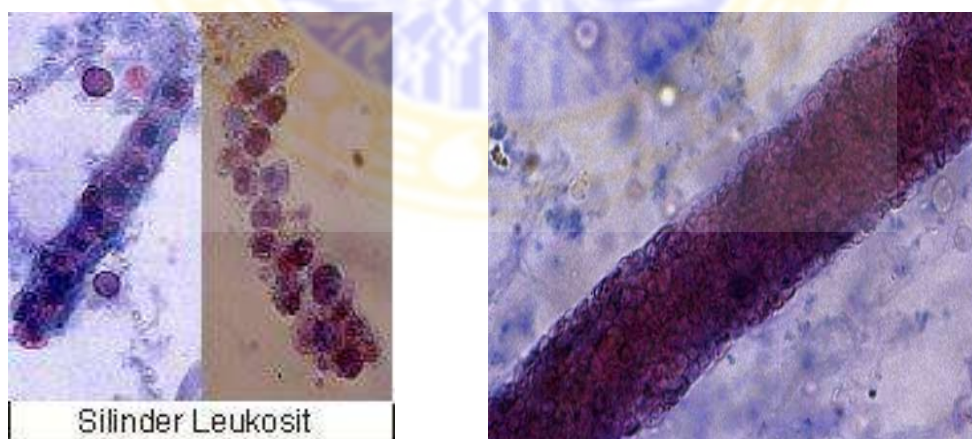
Protein *Tamm-Horsfall* disekresi oleh sel tubulus distal. Pada waktu protein ini melewati tubulus ia mengalami dehidrasi dan mengambil bentuk tubulus

tersebut. Silinder hialin terdiri dari protein ini dan tampak bagaikan silinder yang jernih. Unsur-unsur seluler mungkin tergabung dalam silinder hialin (silinder sel) pada waktu pembentukannya. Dengan cara ini dapat terbentuk berbagai jenis silinder, tergantung dari jenis sel yang tertanam dalam silinder tersebut. Dalam keadaan normal, protein dalam tubulus ginjal tidak cukup untuk menghasilkan banyak silinder. Silinduria (eskresi silinder dalam urin secara berlebihan) biasanya terjadi peningkatan proteinuria atau eskresi sel oleh ginjal ataupun keduanya dan menyatakan adanya penyakit ginjal.



Sumber : Fisiologi Kedokteran Guyton 2007.

**Gambar 2.10** Silinder Granula



Sumber : Fisiologi Kedokteran Guyton Tahun 2007

**Gambar 2.11** Silinder Leukosit dan Silinder Eritrosit

Silinder dapat diklasifikasikan sesuai dengan bentuk dan unsurnya. Silinder sel mungkin mengandung, eritrosit, leukosit, bakteri ataupun sel-sel epitel tubulus atau mungkin campuran silinder. Sel darah merah dan silinder eritrosit ditemukan pada glomerulonefritis aktif. Silinder leukosit sering ditemukan pada penyakit pielonefritis. *Oval fat bodies* dan silinder lemak ditemukan pada sindroma nefrotik. *Oval fat bodies* merupakan sisa-sisa degenarasi sel-sel tubulus yang berisi lemak. Silinder glanural yang besar merupakan suatu penemuan yang khas pada stadium akhir penyakit ginjal. Bentuknya granular karena terdiri dari sel-sel yang sudah mati, dan besar karena dibentuk dalam duktus koligens akibat aliran urin yang terlambat.

Bakteri yang umum dalam spesimen urin karena banyaknya mikroba flora normal vagina atau meatus uretra eksternal dan karena kemampuan mereka untuk cepat berkembang biak di urine pada suhu kamar. Bakteri juga dapat disebabkan oleh kontaminan dalam wadah pengumpul, kontaminasi tinja, dalam urine yang dibiarkan lama (basi), atau memang dari infeksi di saluran kemih. Oleh karena itu pengumpulan urine harus dilakukan dengan benar. Diagnosis bakteriuria dalam kasus yang dicurigai infeksi saluran kemih memerlukan tes biakan kuman (kultur). Hitung koloni juga dapat dilakukan untuk melihat apakah jumlah bakteri yang hadir signifikan. Umumnya, lebih dari 100.000 / ml dari satu organisme mencerminkan bakteriuria signifikan. Beberapa organisme mencerminkan kontaminasi. Namun demikian, keberadaan setiap organisme dalam spesimen kateterisasi atau suprapubik harus dianggap signifikan.



## B. Pemeriksaan Darah

Pemeriksaan ini dilakukan untuk melihat nilai kreatinin dan BUN (Blood Urea Nitrogen).

Kreatinin merupakan hasil akhir metabolisme otot yang dilepaskan dari otot dengan kecepatan yang hampir konstan dan dieskresi dalam urin dengan kecepatan yang sama. Oleh karena itu kadarnya kadarnya dalam plasma (serum) hampir konstan berkisar antara 0,7 sampai 1,5 mg per 100 ml (nilai ini pada pria lebih tinggi dibandingkan wanita, karena jumlah otot pria lebih banyak). Kreatinin dieskresi dalam urin dengan proses filtrasi dalam glomerulus tetapi kreatinin tidak direabsorpsi oleh tubulus. Tetapi sejumlah kecil disekresi oleh tubulus terutama bila kadar kreatinin serum tinggi

Konsentrasi kreatinin plasma dan konsentrasi nitrogen urea darah (BUN) juga dapat digunakan sebagai petunjuk laju filtrasi glomerulus. Konsentrasi BUN normal biasa berkisar antara 10 sampai 20 mg per 100 ml. Kedua zat ini merupakan hasil akhir nitrogen dari metabolisme protein yang normal dieskresi dalam urin. Bila GFR turun, seperti pada insufisiensi ginjal kadar kreatinin dan BUN plasma meningkat. Keadaan ini adalah azotemia (zat nitrogen dalam darah). Kreatinin plasma merupakan indeks GFR yang lebih cermat daripada BUN, karena kecepatan produksinya terutama merupakan fungsi massa otot yang ada, yang sedikit sekali mengalami perubahan.