

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kristal Urin

1. Pengertian Kristal Urin

Kristal urin (kalkulus) merupakan bentuk deposit mineral, bentuk paling umum yaitu oksalat Ca^{2+} dan Fosfat Ca^2 . Kalkulus ginjal terbentuk dari saluran perkemihan dan biasanya ditemukan pada pelvis dan kalik ginjal.⁴

Lebih dari 80% batu saluran kemih terdiri atas batu kalsium, baik yang berikatan dengan oksalat maupun dengan fosfat, membentuk batu kalsium oksalat dan kalsium fosfat, sedangkan yang lain berasal dari batu asam urat, batu magnesium amonium fosfat (struvite), sistein atau kombinasi.⁸

2. Jenis Kristal urin

Kristal urin mempunyai beberapa jenis diantaranya yaitu :

a. Kalsium Oksalat

Kristal ini umum dijumpai pada spesimen urin bahkan pada pasien yang sehat. Mereka dapat terjadi pada urin dari setiap pH, terutama pada pH yang asam. Kristal kalsium oksalat paling sering ditemukan pada urin asam dan netral. Bentuk yang umum adalah bentuk dihidrat, kristal kalsium oksalat bervariasi dalam ukuran, tak berwarna, dan berbentuk amplop atau halter. Adanya 1 – 5 (+) kristal Ca-oxallate per LPL masih dinyatakan normal, tetapi jika dijumpai lebih dari 5 (++) atau (+++) sudah dinyatakan abnormal.²³

b. Triple Fosfat

Seperti halnya kalsium oksalat, triple fosfat juga dapat dijumpai bahkan pada orang yang sehat. Kristal terlihat berbentuk prisma empat persegi panjang seperti tutup peti mati (kadang-kadang juga bentuk daun atau bintang), tak berwarna dan larut dalam asam cuka encer. Pembentukan triple fosfat banyak ditemukan pada pH yang relatif basa, infeksi saluran kemih dengan bakteri penghasil urease (mis. *Proteus*

vulgaris) dapat mendukung pembentukan kristal (dan urolithiasis) dengan meningkatkan pH urin dan meningkatkan amonia bebas.²⁴

c. Asam Urat

Kristal asam urat tampak berwarna kuning ke coklat, berbentuk belah ketupat (kadang-kadang berbentuk jarum atau mawar). Dengan pengecualian langka, penemuan kristal asam urat dalam urin sedikit memberikan nilai klinis, tetapi lebih merupakan zat sampah metabolisme normal. Kristal asam urat larut dalam larutan alkalis dan tidak larut dalam asam, berwarna kuning pucat, kristal asam urat sering dikaitkan dengan batu ginjal, tetapi keberadaanya di urin orang normal adalah sangat umum.²³

d. Sistin (*Cystine*)

Kristal ini muncul dalam urin karena akibat dari cacat genetik atau penyakit hati yang parah. Kristal asam urat ada dalam berbagai bentuk seperti batang, kubus, piring, dan seperti batu asahan. Sistin jarang di jumpai (tidak umum), berwarna kuning jeruk dan berkilau, sedangkan kristal sistin di urine tampak seperti plat segi enam, sangat sukar larut dalam air. Kristal sistin bersifat radioopak karena mengandung sulfur, dapat mengindikasikan masalah metabolisme. Kandungan sulfur pada kristal sistin bersasal dari zat-zat sampah yang seharusnya tidak ada dalam urin.²⁵

e. Leusin dan Tirosin

Leusin dan tirosin adalah kristal asam amino dan sering muncul bersama-sama dalam penyakit hati yang parah. Tirosin tampak sebagai jarum yang tersusun sebagai berkas atau mawar dan kuning. Leusin muncul berminyak bola dengan radial dan konsentris striations. Kristal leusin dipandang sebagai bola kuning dengan radial konsentris.⁴

Kristal ini menyerupai dengan pusat nukleus yang mirip dengan sel-sel. Kristal dari asam amino leusin dan tirosin sangat jarang terlihat di sedimen urin. Kristal ini dapat diamati pada beberapa penyakit keturunan seperti tyrosinosis dan "penyakit Maple Syrup". Lebih sering

kita menemukan kristal ini bersamaan pada pasien dengan penyakit hati berat.²⁶

f. Kristal Kolesterol

Kristal kolesterol tampak regular atau irregular, transparan, tampak sebagai pelat tipis empat persegi panjang dengan satu (kadang dua) dari sudut persegi memiliki takik. Penyebab kehadiran kristal kolesterol tidak jelas, tetapi diduga memiliki makna klinis seperti *oval fat bodies*. Kehadiran kristal kolesterol sangat jarang dan biasanya disertai oleh proteinuria.²⁷

3. Faktor Risiko Pembentukan Kristal Urin

Terbentuknya Kristal pada saluran urin ada beberapa faktor diantaranya yaitu:

a. Faktor Internal

1) Herediter / keturunan

Mempunyai riwayat keturunan dari orang tua kepada si anak. Riwayat penyakit saluran kemih atau riwayat penyakit batu ginjal. Faktor genetik berperan penting pada seseorang yang mengalami batu ginjal. Jika dalam keluarga ada yang menderita batu ginjal maka keturunannya mempunyai risiko terkena batu ginjal 25 kali lebih berisiko daripada yang tidak memiliki garis keturunan penyakit batu ginjal. Pasien *Hiperkalsiura idiopatis* 50 % bersifat diturunkan. Protein merupakan hal yang paling besar berpengaruh terhadap terbentuknya batu karena dapat meningkatkan terbuangnya kalsium dan asam urat dalam kemih, dan diikuti menurunnya pH urin dan pembuangan sitrat.^{28 29}

2) Jenis kelamin

Laki laki lebih berisiko terkena penyakit batu ginjal Laki-laki mempunyai risiko 4 kali lebih tinggi dibandingkan perempuan kecuali batu ammonium magnesium phospat (struvite). Laki-laki jauh lebih berpotensi mengalami batu ginjal tentu dikarenakan banyak hal, termasuk juga faktor intensitas aktivitas, pengaruh fisik

sekaligus juga hormon. Hormon testosteron sangat mempengaruhi peningkatan produksi oksalat endogen pada hati. Hormon testosteron yang rendah pada wanita dan anak-anak ini yang menyebabkan rendahnya batu saluran kemih.^{9 28}

b. Faktor ekstrinsik

1) Iklim dan Suhu

Tempat yang mempunyai suhu panas dapat menyebabkan banyak mengeluarkan keringat. Keringat yang banyak dikeluarkan akan mengurangi produksi urin dan mempermudah pembentukan kristal pada saluran kemih.⁸

2) Jumlah asupan air

Orang yang mengonsumsi air (khususnya air putih) dalam jumlah yang sedikit sangat berisiko terkena penyakit batu ginjal. Ini dikarenakan terjadi kekurangan cairan di ginjal sehingga air seni menjadi pekat, lalu mudah membentuk batu.³⁰

3) Aktifitas

Faktor pekerjaan atau olahraga dapat mempengaruhi penyakit batu ginjal. Risiko terkena penyakit ini pada orang yang banyak duduk dan kurang berolahraga lebih tinggi dari pada orang yang banyak berdiri atau bergerak. Kebiasaan olahraga juga dapat mempengaruhi terbentuknya kristal urin. Berolahraga tanpa diimbangi dengan jumlah minum yang cukup, maka mereka termasuk orang yang memiliki potensi tinggi sebagai penderita batu ginjal.^{1,26}

4) Konsumsi Obat-obatan

Obat juga dapat menjadi faktor pemicu terbentuknya kristal urin. Salah satu obat yang dapat menyebabkan terbentuknya kristal urin yaitu urikosurik (misalnya aspirin). Obat urikosurik ini berfungsi meningkatkan ekskresi urat pada ginjal dan menghambat reabsorpsi pada tubulus proksimal dan hal ini dapat menyebabkan kemungkinan terbentuknya kristal pada saluran kemih. Biasanya

obat urikosurik ini di berikan untuk tambahan terapi pada penderita hipertensi. beberapa obat seperti efedrin, obat pelancar kencing, obat kejang, dan obat anti virus berpotensi memicu datangnya penyakit batu ginjal. ^{28 31}

Tidak semua obat menjadi pemicu terbentuknya kristal urin. Salah satunya antasid merupakan jenis obat yang mampu menghambat terbentuknya kristal urin. Kandungan *Aluminium Hidroksida* akan mengikat fosfat dalam saluran cerna sehingga fosfat tidak banyak diserap hal ini yang dapat mencegah pembentukan batu fosfat. ³¹

4. Mekanisme Pembentukan Kristal Urin

Sebelum urin yang dikeluarkan melalui saluran terakhir uretra, urin di saring terlebih dahulu oleh glomerulus. Zat yang berguna akan kembali ke darah, sedangkan zat yang tidak terpakai akan dikeluarkan melalui pembuluh ke ginjal, lalu mengalir lewat saluran yang disebut ureter, lalu ke kandung kemih. Jika ginjal kekurangan cairan dalam proses pengeluaran tersebut maka terjadi kekeruhan. Lama kelamaan mengkristal dan menjadi kerak, seperti batu. ^{9 26}

Endapan terjadi karena pekatnya kadar garam dalam air seni yang ada di ginjal. Jika batu-batu tersebut turun dari ginjal bersama air kemih dan bersarang maka disebut batu kandung kemih. ²⁶

Terbentuknya kristal urin belum diketahui pastinya secara etiologi, banyak teori dan faktor terbentuknya kristal urin, yaitu :

1. Teori Fisiko Kimiawi

Prinsip teori ini yaitu terbentuknya batu saluran kemih karena adanya proses kimia, fisiko maupun gabungan fisiko kimiawi. Dari hal tersebut diketahui terjadinya batu di dalam sistem pielokaliks ginjal sangat dipengaruhi oleh konsentrasi bahan pembentuk batu dalam tubulus renalis.³² Berdasarkan faktor fisiko kimiawi dikenal teori pembentukan batu sebagai berikut:

a. Teori Supersaturasi

Supersaturasi air kemih dengan garam-garam pembentuk batu merupakan dasar terpenting dan merupakan prasyarat untuk terjadinya presipitasi (pengendapan). Apabila kelarutan suatu produk tinggi dibandingkan titik endapnya, maka terjadi supersaturasi sehingga menimbulkan terbentuknya kristal dan pada akhirnya akan terbentuk batu.³³

Bertambahnya bahan yang dapat mengkristal yang disekresikan oleh ginjal, maka pada suatu saat akan terjadi kejenuhan sehingga terbentuk kristal. Proses kristalisasi dalam pembentukan batu saluran kemih berdasarkan adanya 4 zona saturasi, terdapat tiga zona yaitu:

- 1) Zona stabil, tidak ada pembentukan inti batu
- 2) Zona metastabil, mungkin membesar tetapi tidak terjadi disolusi batu, bisa ada agregasi dan inhibitor bisa mencegah kristalisasi
- 3) Zona saturasi tinggi.^{34 35}

b. Teori matrik

Di dalam air kemih terdapat protein yang berasal dari pemecahan mitochondria sel tubulus renalis yang berbentuk laba-laba. Kristal batu oksalat maupun kalsium fosfat akan menempel pada anyaman tersebut dan berada di sela-sela anyaman sehingga terbentuk batu. Benang seperti sarang laba-laba yang berisi protein 65%, Heksana 10%, Heksosamin 2-5% sisanya air. Pada benang menempel kristal batu yang sebabkan batu makin lama makin besar. Matrik tersebut merupakan bahan yang merangsang timbulnya batu.^{35 36}

c. Teori Inhibitor

hasil penelitian diketahui kadar bahan pembentuk batu sama tingginya pada beberapa orang tetapi tidak semua menderita penyakit kristalisasi urin. Hal ini disebabkan adanya bahan

penghambat pembentukan Kristal urin (inhibitor) pada air kemihnya yang kandungannya lebih tinggi dari orang yang terkena kristalisasi urin.. Inhibitor mempunyai 2 jenis yaitu organik dan anorganik. Yang sering terdapat dalam organik yaitu nefrokalsin, asam sitrat, dan tamma-horsefall glikoprotein dan yang jarang terdapat yaitu gliko-samin glikans, uropotin. Intibitor organik yaitu pirofosfat, magnesium dan zinc. ^{4 36}

d. Teori Epitaksi

Pada teori epitaksi Kristal dapat menempel dengan Kristal lainnya yang berbeda sehingga menjadi batu campuran. Hal ini disebut nukleasi heterogen dan jenis kristal yang paling sering menempel yaitu Kristal kalsium oksalat yang menempel pada kristal asam urat. ^{26 37}

e. Teori kombinasi

Beberapa ahli berpendapat bahwa kristal urin bisa terbentuk berdasarkan campuran dari teori yang ada. ⁴

f. Teori Infeksi

• Terbentuknya Kristal urin bisa terjadi karena infeksi dari kuman tertentu yang ada di saluran kemih. Pengaruh infeksi yang di sebabkan oleh kuman pada pembentukan Kristal urin yaitu ³⁵:

1) Teori terbentuknya batu sruvit

Batu struvite sering disebut batu infeksi. Komposisi dari batu struvit yaitu magnesium ammonium fosfat, biasanya terjadi karena pengaruh dari pH urin dan adanya ammonia dalam urin. ³⁴

2) Teori Nano Bakteria

Nanobakteria merupakan bakteri terkecil dengan diameter 50-200 nanometer yang hidup dalam darah, ginjal dan air kemih. Bakteri ini tergolong Gram negatif dan sensitif terhadap tetrasiklin. Dinding sel bakteri ini mengeras membentuk cangkang kalsium (karbonat apatite) kristal karbonat apatit ini

akan mengadakan agregasi dan membentuk inti batu, kemudian kristal kalsium oksalat akan menempel disitu sehingga makin lama makin besar. ^{4 37}

2. Teori vaskuler

Pada penderita batu saluran kemih sering didapat adanya penyakit hipertensi dan kadar kolesterol darah yang tinggi, maka Stoller mengajukan teori vaskuler untuk terjadinya batu saluran kemih. ⁷

a. Hipertensi

Seseorang dikatakan hipertensi bila tekanan darah sistolis 140 mm Hg atau lebih, atau tekanan darah diastolis 90 mmHg atau lebih atau sedang dalam pengobatan anti hipertensi. Pada penderita hipertensi 83% mempunyai perkapuran ginjal sedangkan pada orang yang tidak hipertensi yang mempunyai perkapuran ginjal sebanyak 52%. Hal ini disebabkan aliran darah pada papilla ginjal berbelok 180° dan aliran darah berubah dari aliran laminar menjadi turbulensi. Pada penderita hipertensi aliran turbulen ini berakibat penendapan ion-ion kalsium papilla (Ranall• fs plaque) disebut juga perkapuran ginjal yang dapat berubah menjadi batu. ³⁶

b. Kolesterol

Pada penelitian terhadap batu yang diambil dengan operasi ternyata mengandung kolesterol bebas 0,058-2,258 serta kolesterol ester 0,012-0,777 mikrogram per miligram batu. Adanya kadar kolesterol yang tinggi dalam darah akan disekresi melalui glomerulus ginjal dan tercampur didalam air kemih. Adanya butiran kolesterol tersebut akan merangsang agregasi dengan kristal kalsium oksalat dan kalsium fosfat sehingga terbentuk batu yang bermanifestasi klinis (teori epitaksi). ^{10 36}

B. Tekanan Panas

1. Pengertian Tekanan Panas

Tekanan panas di lingkungan kerja yaitu perpaduan antara suhu udara, kelembaban, kecepatan gerakan udara dan panas metabolisme sebagai aktifitas dari seseorang.^{17 38}

Nilai ambang batas tekanan panas di sebutkan pada Permenakertrans No. 13 Thn 2011 Tentang NAB Faktor Fisika Dan Faktor Kimia Di Tempat Kerja. .¹⁸

Tabel 2.1 Nilai Ambang Batas Indeks Suhu Basah dan Bola

Pengaturan waktu kerja setiap jam	Indeks Suhu Basah dan Bola		
	Beban Kerja		Berat
	Ringan	Sedang	
75% - 100%	31,0	28,0	-
50 % - 75%	31,0	29,0	27,5
25 % - 50%	32,0	30,0	29,0
0% - 25%	32,2	31,1	30,5

Pekerja industri logam masuk dalam jam kerja 50% - 75% karena bekerja mulai dari jam 6 pagi sampai jam 5 sore dan pekerja industri logam masuk dalam kategori beban kerja sedang.

2. Gangguan Klinis akibat tekanan panas

Gangguan klinis akibat dari tekanan panas di bagi menjadi 4 kategori dasar yaitu :

a. *Heat Rash (Millaria Rubra)*

Sering dijumpai di kalangan militer atau pekerja fisik lainnya yang tinggal di daerah iklim panas. Tampak adanya bintik papulovesikal kemerahan pada kulit yang terasa nyeri bila kepanasan. Hal ini terjadi sebagai akibat sumbatan kelenjar keringat dan terjadi retensi keringat disertai reaksi peradangan.³⁹

Penyakit ini mungkin terjadi pada sebagian kecil area kulit. Keadaan ini merupakan faktor predisposisi untuk terjadinya faktor yang lebih serius. Adanya kelainan kulit mengakibatkan proses berkeringat dan

evaporasi terhambat, sehingga terganggunya proses pendinginan tubuh.^{40 17}

b. *Heat Cramps* (Kejang Panas)

Dapat terjadi sebagai kelainan tersendiri atau bersama dengan kelelahan panas. Kejang otot timbul secara mendadak, terjadi setempat atau menyeluruh, terutama pada otot-otot ekstremitas dan abdomen. Penyebab utamanya adalah karena defisiensi garam. Kejang otot yang berat dalam udara panas menyebabkan keringat diproduksi banyak. Bersama dengan keluarnya keringat, hilang sejumlah air dan garam.⁴¹

c. *Heat Exhaustion* (Kelelahan Panas)

Kelelahan akibat tekanan panas dapat terjadi pada keadaan dehidrasi atau defisiensi garam tanpa dehidrasi. Kelainan ini dapat dipercepat terjadinya pada orang-orang yang kurang minum, berkeringat banyak, muntah-muntah, diare atau penyebab lain yang mengakibatkan pengeluaran air berlebihan.⁴²

Kelelahan panas timbul sebagai akibat kolaps sirkulasi darah perifer karena dehidrasi dan defisiensi garam. Dalam usaha menurunkan panas, aliran darah perifer bertambah, yang mengakibatkan pula produksi keringat bertambah. Penimbunan darah perifer menyebabkan darah yang dipompa dari jantung keorgan-organ lain yang cukup, sehingga timbul gangguan.⁴³

d. *Heat Stroke* (Sengatan Panas)

Sengatan panas adalah suatu keadaan darurat medik dengan angka kematian yang tinggi. Pada kelelahan panas, mekanisme pengatur suhu bekerja berlebihan tetapi masih berfungsi, sedangkan pada sengatan panas, mekanisme pengatur suhu tubuh sudah tidak berfungsi lagi disertaipula dengan terhambatnya proses evaporasi secara total.⁵

Suhu tinggi biasanya berkaitan dengan berbagai penyakit seperti di atas yaitu pukulan panas, kejang panas, kegagalan dalam penyelesaian terhadap panas, dehidrasi, kelelahan tropis dan miliari. Dalam pengalaman, penyakit-penyakit tersebut jarang ditemukan pada tenaga

kerja Indonesia. Sampai saat ini tidak ada kasus kejang panas melainkan diare kronis pada tenaga yang berada dalam cuaca panas yang tinggi, namun begitu, terdapat kesan bahwa suhu ditempat kerja bertalian dengan kenaikan angka-angka sakit seperti masuk angin, influenza, dan sebagainya.^{41 44}

Tekanan panas yang berlebihan akan merupakan beban tambahan yang harus diperhatikan dan dipehitungkan. Beban tambahan berupa panas lingkungan, dapat menyebabkan beban fisiologis, misalnya kerja jantung menjadi bertambah.⁴⁴

C. Masa Kerja

Masa kerja merupakan lamanya pekerja bekerja di suatu tempat yang dapat mempengaruhi baik kinerja positif maupun kinerja negatif. Masa kerja akan mempengaruhi kinerja positif yaitu dengan semakin lama masa kerja tenaga kerja, maka akan semakin berpengalaman dalam melaksanakan tugas yang akan di kerjakan.⁴⁴

Semakin lama masa kerja seorang pekerja industri logam, maka semakin sering pekerja terkena paparan suhu panas dari lingkungan kerja. Suhu pada lingkungan kerja yang panas dapat menyebabkan suhu tubuh meningkat. Peningkatan suhu tubuh jika tidak diimbangi dengan asupan air yang cukup akan mengakibatkan urin menjadi pekat. Keadaan hilangnya cairan tubuh yang terlalu sering dialami tubuh menjadikan ketidakseimbangan cairan dan elektrolit dalam tubuh dan menyebabkan urin menjadi pekat serta akan membentuk kristal urin. Penipisan air dan sodium mengakibatkan hilangnya volume cairan ekstraselular, yang dapat terjadi akut atau kronis pada fungsi ginjal dan akhirnya mengarah ke penyakit ginjal.^{37 45}

Karena pembentukan kristal urin dan apabila setiap hari terjadi pembentukan kristal urin maka lama lama Kristal urin akan menumpuk dan menjadi batu kristal (*Kristalisasi Urin*). Rata rata Pembentukan kristal urin akan menjadi *kristalisasi urin* jika pekerja terpapar panas >5 tahun.^{44 46}

D. Konsumsi Air

Kehilangan cairan akibat banyaknya berkeringat, dapat mengakibatkan dehidrasi sehingga harus diimbangi dengan konsumsi air yang cukup yaitu minimal 8 gelas/hari. Seseorang yang bekerja di lingkungan kerja yang panas dianjurkan untuk minum 1 gelas air (250cc) setiap 30 menit. Kebutuhan air minum untuk pekerja yang bekerja dalam lingkungan panas ataupun jenis pekerjaan yang berat yaitu $\geq 2,8$ liter/hari, sedangkan untuk jenis pekerjaan ringan atau pekerjaan dengan suhu lingkungan tidak panas membutuhkan air minum minimal 1,9 liter/hari.^{17,26,47}

Jika tubuh kehilangan banyak cairan, maka tubuh akan mengalami dehidrasi. Sedangkan bahaya dehidrasi adalah kemampuan kognitif menurun karena sulit berkonsentrasi, resiko infeksi saluran kemih dan terbentuknya batu ginjal, minum yang cukup dan jangan menahan air kemih adalah cara yang paling efektif untuk mencegah infeksi saluran kemih.^{48,49}

Pekerja yang mengalami dehidrasi dapat menjadikan produksi urinnya menurun sehingga urin menjadi pekat. Urin yang pekat sangat berpotensi terbentuknya kristal urin dalam urin tersebut.⁵⁰

Asupan air minum pada saat bekerja dengan lingkungan kerja yang panas tidak hanya di berikan pada saat pekerja merasa haus tetapi juga dianjurkan untuk minum saat pekerja tidak merasa haus. Ini bertujuan untuk menjaga tubuh dari dehidrasi akibat dari banyaknya cairan, yang hilang akibat paparan panas dan aktivitas fisik yang dilakukan oleh pekerja.¹³

E. Hasil Temuan Penelitian

1. Hubungan tekanan panas dengan terbentuknya kristal urin

Hasil penelitian pada pekerja finishing PT. Kusumahadi Santosa Karangayar didapatkan dari 34 responden 50% menunjukkan positif terdapat kristalisasi urin. Hasil analisis korelasi spearman menunjukkan ada hubungan yang signifikan antara tekanan panas dengan kristalisasi urin dengan nilai $p = 0,015$ dan terdapat hubungan antara konsumsi air minum dengan kristalisasi urin dengan nilai $p = 0.034$. Hasil analisis korelasi

spearman menunjukkan ada hubungan yang signifikan antara tekanan panas dengan kristalisasi urin dan terdapat hubungan antara konsumsi air minum dengan kristalisasi urin.¹³

Hasil penelitian pada pekerja di Thailand paparan tekanan panas lebih sering terjadi pada pria daripada pada wanita (22% vs 15%). Sebuah hubungan yang signifikan antara stres panas dan kejadian penyakit ginjal diamati pada pria (rasio odds yang disesuaikan [OR] = 1,48, CI 95%: 1,01-2,16). Risiko penyakit ginjal lebih tinggi di kalangan pekerja. Di antara pria yang terpapar tekanan panas berkepanjangan, kemungkinan terkena penyakit ginjal adalah 2,22 kali lipat pria tanpa pemaparan seperti itu (95% CI 1,48-3,35, *P*-strend <0,001). Kejadian penyakit ginjal bahkan lebih tinggi lagi di antara pria berusia 35 tahun atau lebih dalam pekerjaan fisik: 2,2% terkena tekanan panas berkepanjangan mengembangkan penyakit ginjal dibandingkan dengan 0,4% tanpa paparan panas (OR disesuaikan = 5,30, CI 95% 1,17-24,13).⁵¹

2. Hubungan masa kerja dengan terbentuknya kristal urin

Hasil penelitian pada karyawan bagian furnace process plant department didapatkan hasil 45 responden memiliki masa kerja > 5 tahun dan mengkonsumsi air < 2000cc perhari. Terdapat 30 pekerja pada area kerja 30,7°C (melebihi NAB). 15 pekerja bekerja pada area 29,6°C (melebihi NAB). Hasil uji kristalisasi urin menunjukkan terdapat 35 pekerja dengan hasil + terdapat kristalisasi urin. Berdasarkan hasil uji statistik terdapat hubungan yang signifikan antara masa kerja dengan kristalisasi urin.⁵²

3. Hubungan konsumsi air dengan terbentuknya kristal urin

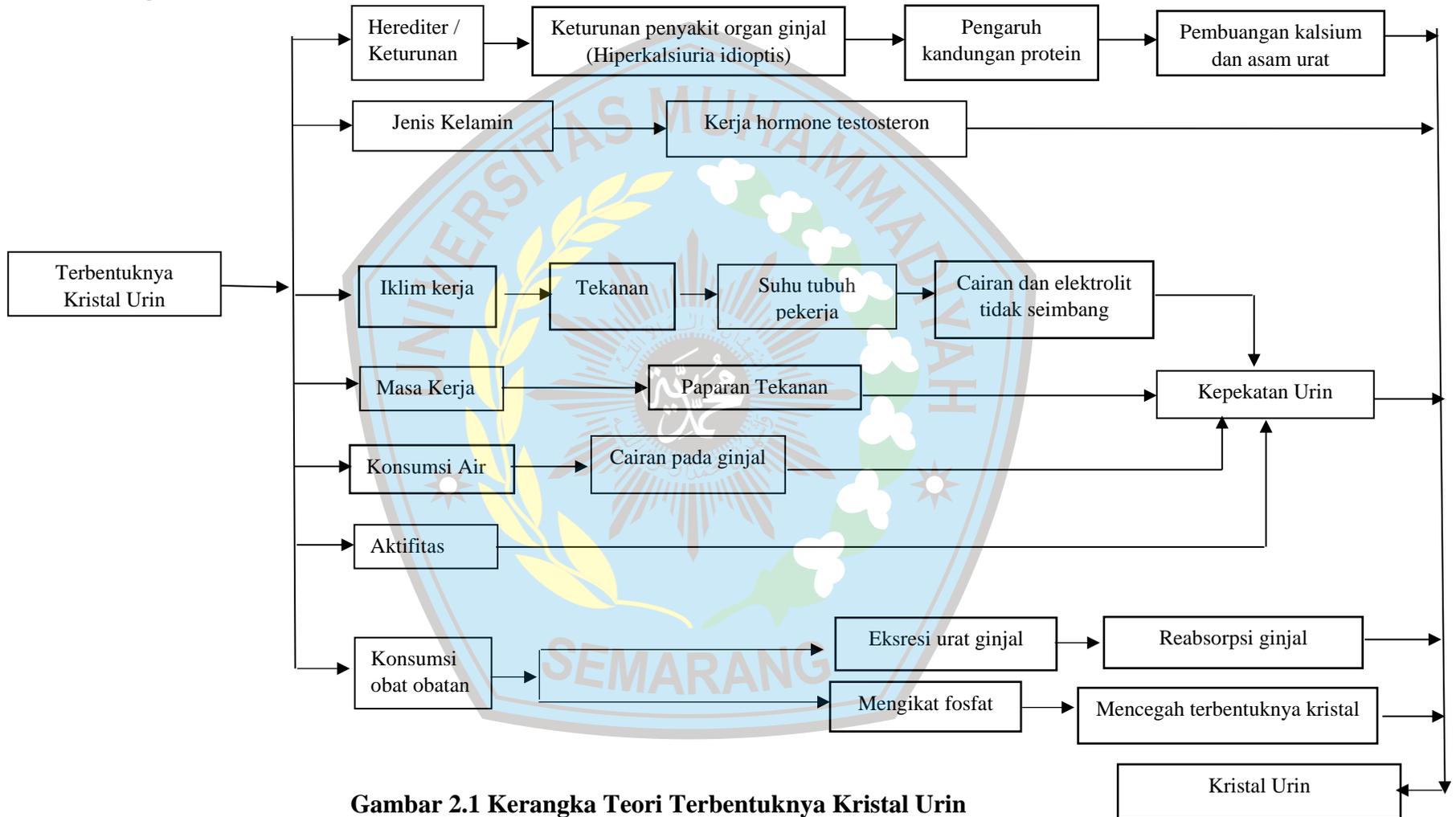
Hasil penelitian 34 responden yang disurvei menunjukkan bahwa 50% responden mengalami positif kristalisasi urin dan tekanan panas rata-rata PT. Kusumahadi finishing untuk WBGT 30.6°C. Hasil uji korelasi Spearman menunjukkan tidak ada hubungan yang signifikan antara tekanan panas dengan kristalisasi urin dengan nilai *p* = 0,015. Selain itu,

ada hubungan antara konsumsi air minum dengan kristalisasi urine dengan nilai $p = 0,034$.⁵³

Hasil penelitian pada pekerja bagian pengovenan PT. Indotirta Jaya Abadi Semarang menunjukkan 50 % pekerja mengalami kristalisasi urin positif, diantaranya kristal Ca Oksalat, Asam Urat, dan Na Urat. Dengan uji korelasi *Pearson -Product Moment* didapat ada hubungan antara intake harian dengan kejadian kristalisasi urin ($p=0,000 < 0,05$).²¹

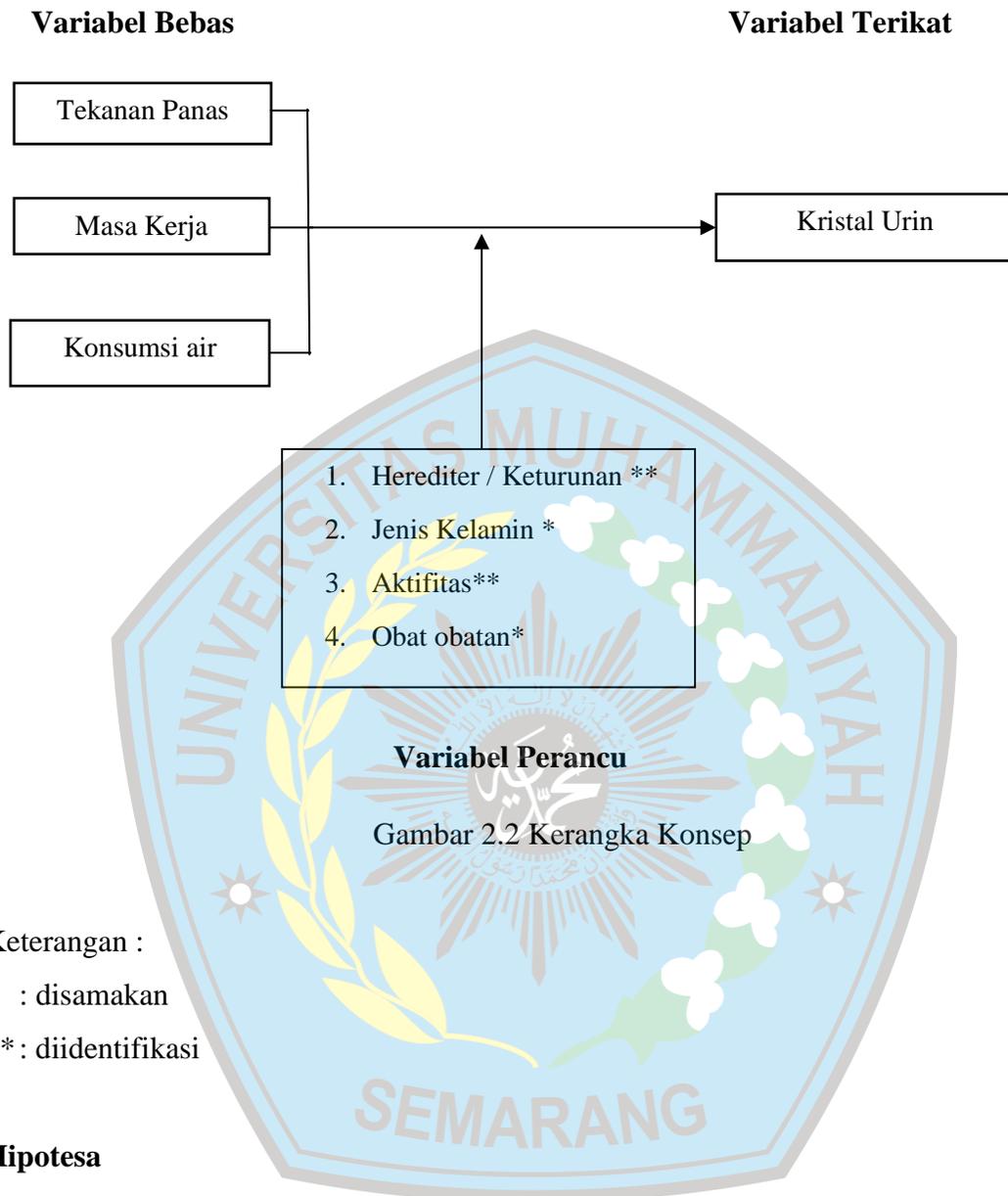


F. Kerangka Teori



Gambar 2.1 Kerangka Teori Terbentuknya Kristal Urin

G. Kerangka Konsep



Gambar 2.2 Kerangka Konsep

Keterangan :

* : disamakan

** : diidentifikasi

H. Hipotesa

1. Ada hubungan antara tekanan panas dengan terbentuknya kristal urin
2. Ada hubungan antara masa kerja dengan terbentuknya kristal urin
3. Ada hubungan antara konsumsi air dengan terbentuknya kristal urin