

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kubis (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.)

2.2.1. Taksonomi

Kubis yang akan peneliti teliti merupakan *family* dari *Brassicaceae*, dengan genus *Brassica* L. serta memiliki spesies *Brassica oleracea* L¹².

2.2.2. Kandungan antioksidan dalam kubis

Antioksidan dalam arti biologis adalah senyawa yang mampu menangkal atau meredam dampak negatif oksidan dalam tubuh dan merupakan suatu substansi yang dapat melawan proses oksidasi atau menghambat reaksi yang dipengaruhi oksigen atau peroksida. Antioksidan juga dapat diartikan sebagai suatu molekul yang dalam jumlah atau kadar yang sedikit dibandingkan dengan biomolekul, yang diharapkan mampu untuk melindungi, dapat mencegah, ataupun mengurangi luasnya kerusakan oksidatif dari biomolekul. Diet antioksidan dapat mempengaruhi ROS untuk menghambat pembentukan *reactive oxidant*^{13,14}. Antioksidan bekerja dengan cara mendonorkan sebuah elektronnya kepada senyawa yang bersifat oksidan sehingga aktivitas senyawa oksidan tersebut bisa dihambat. Keseimbangan oksidan dan antioksidan sangat penting karena berkaitan dengan berfungsinya sistem imunitas tubuh. Kondisi tersebut terutama untuk menjaga integritas dan berfungsinya membran lipid, protein sel dan

asam nukleat serta mengontrol transduksi signal dan ekspresi gen dalam sel imun¹⁵.

2.2.2.1. Antioksidan yang larut dalam air

1) *Phenolic compounds*

Diantara *phytochemicals* yang memiliki kandungan antioksidan, *phenolic compounds* merupakan salah satu kelompok yang penting. *Phenolic compounds* merupakan istilah yang mengacu pada sejumlah besar senyawa (lebih dari 8000) yang tersebar luas di seluruh kingdom tanaman dan ditandai dengan setidaknya memiliki satu cincin aromatik dengan satu atau lebih gugus hidroksil yang melekat. Kelompok terluas dan terberagam dari *polyphenols* pada spesies *Brassica* adalah *flavonoid* dan *hydroxycinnamic acid*. *Phenolic compounds* menunjukkan aktifitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan dengan vitamin dan karotenoid, serta merupakan antioksidan yang berperan sebagai agen pelindung, mengurangi tingkat kerusakan oksidatif dari ROS pada tubuh manusia dan menghambat perkembangan penyakit kronik seperti oksidasi dari LDL, dimana memiliki peranan penting terhadap aterosklerosis⁶.

2) Vitamin C dan asam folat

Merupakan suatu antioksidan larut air yang dapat berperan dalam regenerasi vitamin E serta mampu mengikat radikal peroksil dalam fase berair dari plasma atau sitosol. Selain itu, vitamin C juga dapat melindungi membran biologis dan LDL dari kerusakan peroksidatif. Konsentrasi

vitamin C yang tinggi dalam plasma mampu menurunkan kadar LDL, trigliserida, dan mengurangi agregasi platelet, serta meningkatkan kadar HDL. Vitamin C berperan juga sebagai koantioksidan dengan meregenerasi α -tokoferol, melalui pengikatan radikal-radikal yang larut dalam lipid^{16,17}. Diketahui bahwa α -tokoferol dapat bekerja sebagai prooksidan jika tidak ditemukan koantioksidan seperti vitamin C. Vitamin C sebagai antioksidan yang larut dalam air dapat mencegah terjadinya oksidasi dengan menangkap radikal peroksil sehingga dapat melindungi LDL dari kerusakan oksidatif. Vitamin C mempunyai efek membantu reaksi hidrosilasi dalam pembentukan asam empedu sehingga meningkatkan ekskresi kolesterol dan menurunkan kadar kolesterol dalam darah. Konsentrasi vitamin C yang tinggi dalam darah akan menurunkan kadar LDL, trigliserida dan meningkatkan HDL darah¹⁷.

Brokoli, kembang kol dan berbagai sayuran lain termasuk kubis mentah mengandung asam folat, merupakan suatu vitamin penting yang berperan sebagai koenzim dari berbagai reaksi transfer karbon tunggal, dalam sintesis DNA, RNA, dan komponen protein¹³.

2.2.2.2. Antioksidan yang larut dalam lemak

1) Karotenoid

Karotenoid merupakan pigmen warna kuning, oranye, dan merah yang terdapat banyak dalam buah dan sayuran, serta kebanyakan karotenoid merupakan prekursor dari vitamin A. Karotenoid terbanyak dalam spesies

Brassica adalah lutein dan β -karoten¹³. Karotenoid umumnya bekerja sebagai antioksidan, yaitu menangkap radikal bebas, terutama radikal peroksil dan hidroksi maupun oksigen singlet. Vitamin C dan vitamin E bekerja sinergis dengan β -karoten untuk melindungi tubuh dan mencegah berbagai penyakit seperti, menghambat pertumbuhan sel kanker, mencegah serangan jantung, mencegah katarak, dan lain-lain¹⁷.

2) Vitamin E

Sebagai tambahan pada karotenoid, vitamin E termasuk dalam kelompok antioksidan yang larut dalam lemak, dimana yang paling banyak berperan adalah α -tokoferol. Tokoferol yang paling berperan dalam sayuran Brassica adalah α -tokoferol, kecuali bunga kubis yang paling berperan adalah γ -tokoferol. Reaksi yang bertanggung jawab pada aktifitas antioksidan tokoferol adalah donasi atom hidrogen pada saat radikal tokoferol terbentuk¹³.

2.2. Ginjal

Ginjal merupakan sepasang organ yang termasuk dalam bagian dari organa uropoetica selain sepasang ureter, vesika urinaria dan urethra. Terletak bersandar pada dinding dorsal cavum abdominis, diantara peritonium parietale dan fascia transversa abdominis. Kedua ginjal berada di kanan kiri columna vertebralis, yang kanan lebih rendah dari pada kiri

karena disebelah kanan terdapat hepar. Ginjal kiri terletak stinggi tepi cranial vertebrae lumbalis I dan tepi caudal vertebrae lumbalis IV.

Struktur ginjal secara makroskopis terdapat :

- 1) Cortex ginjal, terlihat agak pucat dan lunak serta konsistensinya granular. Terletak langsung dibawah capsula renalis dan melingkungi basis pyramis renalis. Substansia ini sebagian melanjut diantara pyramis renalis sampai sinus renalis yang bagian ini disebut columna renalis bertini. Cortex renis ditempati oleh corpusculi renalis, tubuli concerti, dan permulaan dari tubuli collectivus.
- 2) Medulla ginjal, tersusun atas beberapa bangunan berbentuk pyramid disebut pyramides renalis. Apex pyramis menghadap ke sinus renalis disebut papilae renalis. Papilae ini diterima oleh suatu calyx minor. Beberapa calices minor bersatu menjadi calyx major. Beberapa calices majores bersatu menjadi satu bangunan seperti corong yang disebut pelvis renalis. Pelvis renalis ini akan melajut sebagai ureter. Medulla renalis ditempati oleh ansa henle dan sebagian pars ascendens dan descendens tubuli henle serta sebagian besar tubuli collectivi.

Nefron dari ginjal manusia struktur mikroskopis maupun letak masing-masing bagiannya dalam lobus dan lobulus identik dengan ginjal monolobus (ginjal pada tikus). Nefron dimulai dari glomerulus dan berakhir sampai tubulus corcortus distalis (TC II). Bila gromerulinya terletak di korteks dekat kearah medulla, maka loop henlenya lebih panjang bila dibandingkan dengan glomerulinya lebih dekat ke arah luar (capsula).

Nefron yang gromerulinya lebih kearah medulla disebut *Juxta Medullary Gromeruli*. Jumlah nefron pada tiap ginjal \pm 1.300.000 bahkan ada yang memperkirakan sampai 4.000.000.

Struktur ginjal secara mikroskopis terdapat :

- 1) *Corpusculum renalis malphigi*, sel mesengium epitel yang disaluran buntu yang meluas mengelilingi kapiler yang halus disebut *capsula Bowman pars vicerale* juga disebut *gromerular epithelium*. Epitel yang mengelilinginya disebut *capsula Bowman pars parietalis* juga disebut *capsula epithelium*. Sedang ruang diantara dua capsula tersebut disebut *Bowman's space*.
- 2) *Juxta gromelural complex*, merupakan sel-sel di tunica media arteriole afferen didaerah *vascular pole* yang mengalami modifikasi yaitu sel-sel otot polosnya tersusun seperti sel-sel epitel, intinya menjadi bulat, sitoplasmanya yang berisi miofibril menjadi granula. Hasil penyidikan diketahui bahwa granula dengan *J.G cells* adalah precursor renin.
- 3) *Tubulus Contortus Proximalis* (TC I), panjangnya \pm 14 mm, diameter 60 μ m terdiri dari *pars convolute* dan *pars recta*. Kurang lebih 7/8 air dan Na⁺ yang lewat TC I akan diabsorpsi kembali, juga glukosa, asam amino darah dan protein. Fungsi lain adalah eskresi terhadap sisa metabolisme.
- 4) *Loop Henle*, terbagi menjadi dua bagian : a. *Henle descenden*, merupakan lanjutan bagian distal TC I yang jalannya lurus, bagian ini masuk ke medulla dan tiba-tiba lumennya menyempit, sel-selnya

menjadi skuamus. Pada kapiler kadang ditemukan eritrosit. Perbedaan dengan TC I antara lain lumen hanya dibatasi 2-3 sel skuamus, sitoplasma lebih pucat, brush border tidak ditemukan. b. *Henle ascenden*, bagian pertama mempunyai gambaran yang sama dengan segmen tipis dari *henle descenden*, kemudian tiba-tiba dindingnya menebal kembali dengan lumen yang lebih lebar. Bagian ini merupakan segmen tebal dari *henle ascenden* yang mempunyai gambaran mirip TC II. Fungsi loop *henle* ialah mengatur keseimbangan cairan di lumen dan di luar lumen tubulus.

- 5) *Tubulus Contortus Distalis* (TC II), dibagi menjadi tiga bagian yakni *pars recta*, *pars maculate* dan *pars convoluta*. Fungsinya adalah menyerap sisa cairan/ Na^+ yang belum diserap di tubulus sebelumnya. Fungsi ini dipengaruhi anti diuretik hormon (ADH) dari *hypofise posterior*.
- 6) *Tubulus Collectivus*, tidak merupakan bagian dari nefron, berperan dalam menyerap air yang dipengaruhi oleh ADH. Sel-sel ini menerima urine dari TC II dan berlanjut ke ductus *palillaris Bellini* kemudian ke *calyces* dan ke ureter.

Fungsi ginjal spesifik ditujukan untuk mempertahankan kestabilan lingkungan cairan eksternal :

- 1) Mempertahankan keseimbangan air dalam tubuh.
- 2) Mengatur jumlah dan konsentrasi sebagian besar ion cairan ekstra sel termasuk Na, Cl, K, HCO_3 , Ca, Mg, SO_4 , PO_4 dan H. Fluktuasi

konsentrasi sebagian elektrolit ini dalam lingkungan cairan eksternal dapat menimbulkan pengaruh besar.

- 3) Memelihara volume plasma yang sesuai yang berperan dalam pengaturan panjang jangka panjang tekanan darah arteri. Fungsi ini dilaksanakan melalui peran ginjal sebagai pengatur keseimbangan garam dan air.
- 4) Membantu memelihara keseimbangan asam basa tubuh dengan mengeluarkan H^+ dan HCO_3^- melalui air kemih.
- 5) Memelihara osmolaritas (konsentrasi zat terlarut berbagai cairan tubuh).
- 6) Mengekskresikan dan mengeliminasi produk-produk sisa (buangan) metabolisme tubuh, misalnya urea, asam urat, kreatinin. Jika dibiarkan menumpuk zat-zat tersebut bersifat toksik, terutama bagi otak.
- 7) Mengekskresikan banyak senyawa asing misalnya obat, bahan tambahan pada makanan, pestisida, dan bahan-bahan eksogen non nutrisi lainnya yang berhasil masuk ke tubuh.
- 8) Mengekskresikan eritropoetin, suatu hormon yang dapat merangsang pembentukan sel darah merah.
- 9) Mengekskresikan renin, suatu hormon enzimatik yang memicu reaksi berantai yang penting dalam proses konservasi garam oleh ginjal.
- 10) Mengubah vitamin D menjadi bentuk aktifnya¹⁸.

Ginjal merupakan organ yang beratnya kurang dari 1% dari berat badan, meskipun demikian menerima sekitar 20% curah jantung. Aliran

darah ginjal tersebut didistribusikan ke korteks ginjal melalui cabang-cabang arteri ke glomerulus yang melekat pada tubulus. Fungsi glomerulus sebagai penyaring dan tubulus sebagai tempat mengkoleksi bahan buangan dan kelebihan air. Oleh karena itu tubuli dan jaringan interstitium korteks ginjal lebih mudah terkena toksin yang bersirkulasi dibandingkan dengan jaringan-jaringan lainnya.

2.3. Patogenesis pembentukan batu saluran kemih (BSK)

Pembentukan batu saluran kemih memerlukan keadaan supersaturasi dalam pembentukan batu. Inhibitor pembentuk batu dijumpai dalam air kemih normal. Batu kalsium oksalat dengan inhibitor sitrat dan glikoprotein. Beberapa promotor (reaktan) dapat memacu pembentukan batu seperti asam urat, memacu pembentukan batu kalsium oksalat. Aksi inhibitor dan reaktan belum diketahui sepenuhnya. Ada dugaan proses ini berperan pada pembentukan awal atau nukleasi kristal, progresi kristal atau agregasi kristal. Penambahan sitrat dalam kompleks kalsium dapat mencegah agregasi kristal kalsium oksalat dan mungkin dapat mengurangi risiko agregasi kristal dalam saluran kemih¹⁹.

Secara pasti etiologi batu saluran kemih belum diketahui dan sampai sekarang banyak teori dan faktor yang berpengaruh untuk terjadinya batu saluran kemih, yaitu:

2.3.1. Teori fisikokimiawi

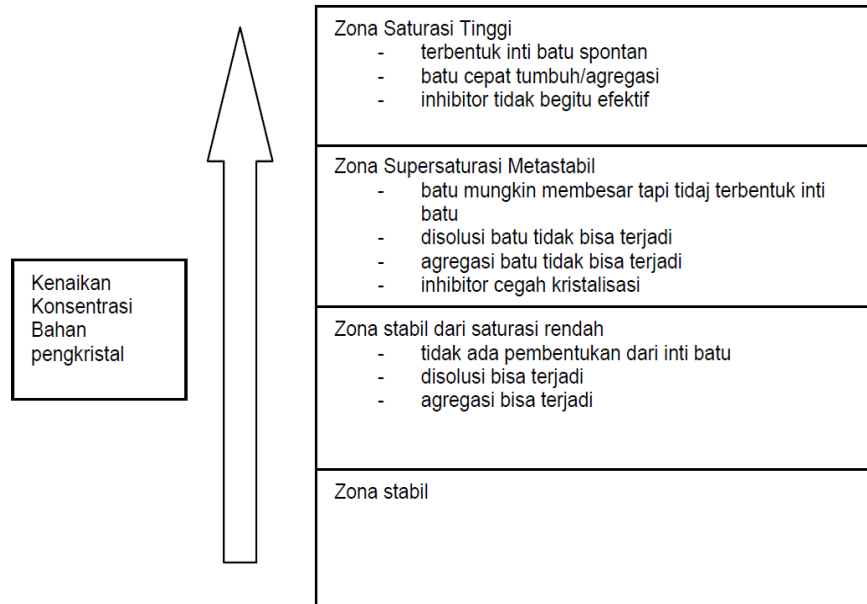
Prinsip teori ini yaitu terbentuknya batu saluran kemih karena adanya proses kimia, fisiko maupun gabungan fisiko kimiawi. Dari hal tersebut diketahui terjadinya batu di dalam sistem pielokaliks ginjal sangat dipengaruhi oleh konsentrasi bahan pembentuk batu dalam tubulus renalis. Berdasarkan faktor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

1) 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 batu²⁰.

Supersaturasi dan kristalisasi terjadi bila ada penambahan yang bisa mengkristal dalam air dengan pH dan suhu tertentu, sehingga suatu saat terjadi kejenuhan dan selanjutnya terjadi kristal. 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 :

- a) Zona stabil, tidak ada pembentukan inti batu
- b) Zona metastabil, mungkin membesar tetapi tidak terjadi disolusi batu, bisa ada agregasi dan inhibitor bisa mencegah kristalisasi

c) Zona saturasi tinggi²¹.

Gambar 1. Teori supersaturasi

Berdasarkan gambar 1 terlihat bahwa saturasi dalam pembentukan batu saluran kemih dapat digolongkan menjadi 3 bagian berdasarkan kadar bahan tersebut dalam air kemih. Bila kadar bahan pengkristal air kemih sangat rendah maka disebut zona stabil saturasi rendah. Pada zona ini tidak ada pembentukan inti batu saluran kemih, bahkan bisa terjadi disolusi batu yang sudah ada. Bila kadar bahan pengkristal air kemih lebih tinggi disebut zona supersaturasi metastabil. Pada zona ini batu saluran kemih yang ada dapat membesar walaupun tidak terbentuk inti batu saluran kemih yang baru, tetapi tidak dapat terjadi disolusi dan dapat terjadi agregasi kristal-kristal yang sudah terbentuk. Inhibitor sangat penting pada zona ini, yaitu untuk mencegah terjadinya kristal batu saluran kemih. Bila kadar bahan pengkristal air kemih tinggi disebut zona saturasi tinggi. Pada keadaan ini

mudah terbentuk inti batu saluran kemih spontan, batu begitu cepat membesar karena terjadi agregasi. Inhibitor tidak begitu efektif untuk mencegah terbentuknya kristal batu saluran kemih.

Tingkat saturasi dalam air kemih tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah bahan pembentuk BSK yang larut, tetapi juga oleh kekuatan ion, pembentukan kompleks dan pH air kemih. Secara kasar separuh total konsentrasi kalsium dan oksalat berada dalam bentuk ion bebas, sisanya dalam bentuk kompleks. Kekuatan ion terutama ditentukan oleh natrium, kalsium dan klorida. Bila kekuatan ion naik, maka akan menyebabkan AP CaOx turun dan risiko pembentukan kristal kalium oksalat, sebab jumlah konsentrasi ion biasanya akan menurun. Kalsium dapat membentuk kompleks dengan sitrat yang larut dalam air. Keasaman air kemih akan mempengaruhi pembentukan kompleks maupun aktivitas ion bebas. Pada kenaikan pH terjadi kenaikan kompleks kalsium sitrat dan kalsium fosfat serta penurunan kompleks kalsium sulfat pada pH 6,5 atau lebih. Hampir semua ion sitrat terionisasi sehingga sangat mudah membentuk kompleks dengan 3 ion kalsium. Pada penurunan pH terjadi sebaliknya yaitu penurunan kemampuan ion sitrat untuk mengikat kalsium sehingga lebih mudah membentuk kompleks kalsium oksalat. Pada pH tinggi terjadi suasana basa, maka ion hidrogen bebas turun sehingga menaikkan ion fosfat bebas.

2) 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 batu²².

3) Teori inhibitor

Pada penelitian diketahui bahwa walaupun kadar bahan pembentuk batu sama tingginya pada beberapa orang tetapi tidak semua menderita penyakit batu. Hal tersebut disebabkan pada orang yang tidak terbentuk batu dalam air kemihnya mengandung bahan penghambat untuk terjadinya batu (inhibitor) yang lebih tinggi kadarnya dibanding pada penderita batu. Dikenal 2 jenis inhibitor yaitu organik yang sering terdapat adalah asam sitrat, nefrokalsin dan tamma-horsefall glikoprotein dan jarang terdapat yaitu gliko-samin glikans, uropontin. Inhibitor anorganik yaitu pirofosfat, magnesium dan Zinc.

Menurut penelitian inhibitor yang paling kuat yaitu sitrat, karena sitrat akan bereaksi dengan kalsium membentuk kalsium sitrat yang larut dalam air. Inhibitor mencegah terbentuknya kristal kalsium oksalat, mencegah agregasi dan mencegah perlengketan kristal kalsium oksalat pada membran

tubulus. Magnesium mencegah terjadinya kristal kalsium oksalat dengan mengikat oksigen menjadi magnesium oksalat.

Sitrat terdapat pada hampir semua buah-buahan tetapi kadar tertinggi pada jeruk. Pada penelitian diketahui bahwa kandungan sitrat jeruk nipis lebih tinggi daripada jeruk lemon (677 mg/10ml dibanding 494 mg/10ml air perasan jeruk^{21,23,24}).

4) Teori epitaksi

Pada teori ini dikatakan bahwa kristal dapat menempel pada kristal lain yang berbeda sehingga cepat membesar dan menjadi batu campuran. Keadaan ini disebut nukleasi heterogen dan yang paling sering yaitu kristal kalsium oksalat menempel pada kristal asam urat yang ada^{21,23}.

5) Teori kombinasi

Banyak ahli berpendapat bahwa batu saluran kemih terbentuk berdasarkan campuran dari beberapa teori yang ada^{21,23}.

6) Teori infeksi

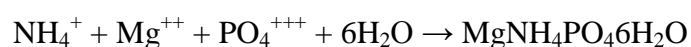
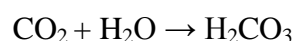
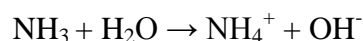
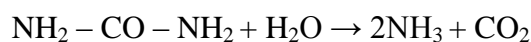
Teori terbentuknya BSK juga dapat terjadi karena adanya infeksi dari kuman tertentu. Pengaruh infeksi pada pembentukan BSK adalah sebagai berikut:

a. Teori terbentuknya batu struvit

Batu struvit disebut juga batu infeksi mempunyai komposisi magnesium amonium fosfat. Terjadinya batu jenis ini dipengaruhi pH air kemih $\geq 7,2$ dan terdapat amonium dalam air kemih, misalnya pemecah urea

(*urea splitting bacteria*). Urease yang terbentuk akan menghidrolisa urea menjadi karbon dioksida dan amonium dengan reaksi seperti dibawah ini :

urease



Akibat reaksi ini maka pH air kemih akan naik lebih dari 7 dan terjadi reaksi sintesis amonium yang terbentuk dengan molekul magnesium dan fosfat menjadi magnesium amonium fosfat (batu struvit). Bakteri penghasil urease sebagian besar Gram negatif yaitu golongan proteus, klebsiela, providensia dan pseudomonas. Ada juga bakteri gram positif yaitu stafilocokus, mikrokokus dan korinebakterium serta golongan mikoplasma, seperti T strain mikoplasma dan ureaplasma urelithikum^{21,23}.

b. 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 apatit) kristal karbonat apatit ini akan mengadakan agregasi dan membentuk inti batu, kemudian kristal kalsium oksalat akan menempel disitu sehingga makin

lama makin besar. Dilaporkan bahwa 90% penderita BSK mengandung nano bakteri^{25,26}.

c. *Oxalobacter*

Dalam usus manusia terdapat bakteri pemakan oksalat sebagai bahan energi yaitu *Oxalobacter formigenes* dan *Eubacterium lenstrum* tetapi hanya *Oxalobacter formigenes* saja yang tak dapat hidup tanpa oksalat²¹.

2.3.2. 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.

1) 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 hipertensi²⁷. 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 1800 dan aliran darah berubah dari aliran laminar menjadi turbulensi. Pada penderita hipertensi aliran turbulen ini berakibat penendapan ion-ion kalsium papilla (*Ranall's plaque*) disebut juga perkapuran ginjal yang dapat berubah menjadi batu^{27,28}.

2) 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 di dalam air kemih. Adanya butiran kolesterol tersebut akan merangsang agregasi dengan kristal kalsium oksalat dan kalsium fosfat sehingga terbentuk batu yang bermanifestasi klinis (teori epitaksi)^{27,28}.

Gangguan fungsi ginjal akibat BSK pada dasarnya akibat obstruksi dan infeksi sekunder. Obstruksi menyebabkan perubahan struktur dan fungsi pada traktus urinarius dan dapat berakibat disfungsi atau insufisiensi ginjal akibat kerusakan dari parenkim ginjal²⁹. Berdasarkan etiologi, *hyperoxaluria* dibagi menjadi dua yakni primer dan sekunder. Disebut primer karena berasal dari autosomal resesif *inherited enzymatic deficiencies* dan sekunder oleh sebab diet tinggi oksalat, peningkatan absorpsi oksalat pada saluran usus dan peningkatan produksi oksalat. Vitamin C termetabolisasi menjadi oksalat. Selain itu, metabolisme oxalat dipengaruhi multifaktor diantaranya genetik, diet, aktivitas fisik dan obesitas³⁴. Dengan didapati berbagai kandungan gizi pada kubis (*Brassica oleracea var. capitata L.*) dimana salah satunya mengandung tinggi vitamin C, maka kubis dapat berpotensi menimbulkan endapan kristal kalsium oksalat di dalam lumen *tubulus proximal*.