

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

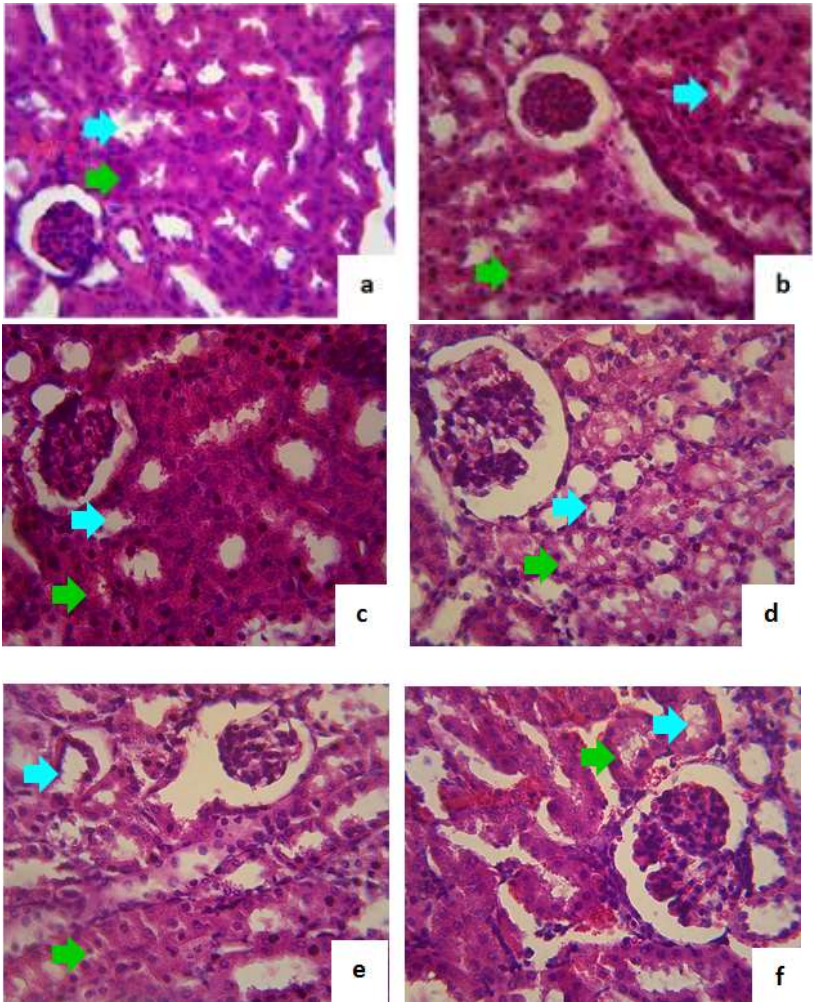
Total konsentrasi *hair spray* yaitu 150 ml dengan massa yaitu 300 gram. *Hair spray* disemprotkan kedalam *closed chamber* melalui lubang kecil. Setelah disemprotkan sebanyak 2x semprot, kemudian *hair spray* tersebut ditimbang dengan menggunakan timbangan digital yang bertujuan untuk mengetahui banyaknya konsentrasi yang digunakan atau banyaknya partikel yang keluar. Penimbangan dilakukan sebanyak 5x agar memperoleh data yang akurat. Hal ini dikarenakan saat proses penyemprotan dilakukan dengan orang yang berbeda. Cara mengetahui banyaknya konsentrasi yang digunakan yaitu konsentrasi awal dikurang konsentrasi akhir. Alasan mengapa kita menimbang *hair spray* yaitu agar dapat mengetahui banyaknya partikel yang keluar, sedangkan pada *hair spray* itu sendiri menggunakan satuan ml. Hal ini bertujuan untuk mengaitkan hubungan antara massa dan *volume* yang terdapat pada *hair spray*. Dari besaran tersebut, dapat digunakan persamaan massa jenis (ρ). Massa merupakan banyaknya partikel dalam suatu zat/benda, sedangkan *volume* yaitu banyaknya ruang yang dapat ditempati oleh suatu zat/benda. Apabila *volume* pada *hair spray* mengalami perubahan, maka berat dari *hair spray* pun juga berubah, karena terdapat adanya partikel yang keluar. Massa jenis itu sendiri merupakan suatu pengukuran terhadap massa dan *volume* pada suatu benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa di setiap *volume* tersebut. Persamaan yang digunakan untuk memperoleh rapat massa dari *hair spray* yaitu jumlah massa dibagi dengan jumlah *volume* dengan satuan kg/m^3 .

4.1.1 Data hasil penelitian tahap 1

Kerusakan sel ginjal yang diamati pada penelitian ini yaitu kerusakan sel glomerulus dan kerusakan sel tubulus. Pada kerusakan sel glomerulus dapat diketahui dari timbulnya jarak antar glomerulus dengan kapsul bowman sehingga menghasilkan ruang bowman. Untuk mengetahui sel normal dari sel glomerulus yaitu masih terhubung dengan kapsul bowman. Untuk mengetahui kerusakan sel tubulus dapat menghitung jumlah sel tubulus yang menyempit dan sel tubulus yang masih normal dengan mengetahui jenis kerusakan yang ditimbulkan dari sel tubulus tersebut akibat paparan *hair spray*.

Pada Gambar 4.1, sel tubulus mengalami perubahan struktur yaitu semakin melebar dikarenakan adanya penyerapan zat dari *hair spray*. Hal ini dikarenakan adanya ketidakseimbangan ion sehingga menyebabkan hidrasi dan menyebabkan perubahan morfologi yang diakibatkan oleh metabolisme pada sel tersebut. Sedangkan pada sel glomerulus, apabila mengalami kerusakan akibat adanya penyerapan zat dari *hair spray* maka ruang bowman yang dihasilkan semakin melebar dan struktur dari sel glomerulus juga semakin membesar.

Struktur sel glomerulus dan sel tubulus yang normal dapat dilihat pada Gambar 4.1 bagian a. Karena pada bagian a atau pada kelompok G0, mencit tersebut tidak dipapari oleh *hair spray* melainkan hanya diberi pakan dan air mineral selama 14 hari. Nilai persentase kerusakan ginjal yang diperoleh dari masing-masing kelompok yaitu kelompok G0 7,60 % ; kelompok G1 23,75 % ; kelompok G2 29,77 % ; kelompok G3 39,66 % ; kelompok G4 46,30 % ; dan kelompok G5 50,48 %.

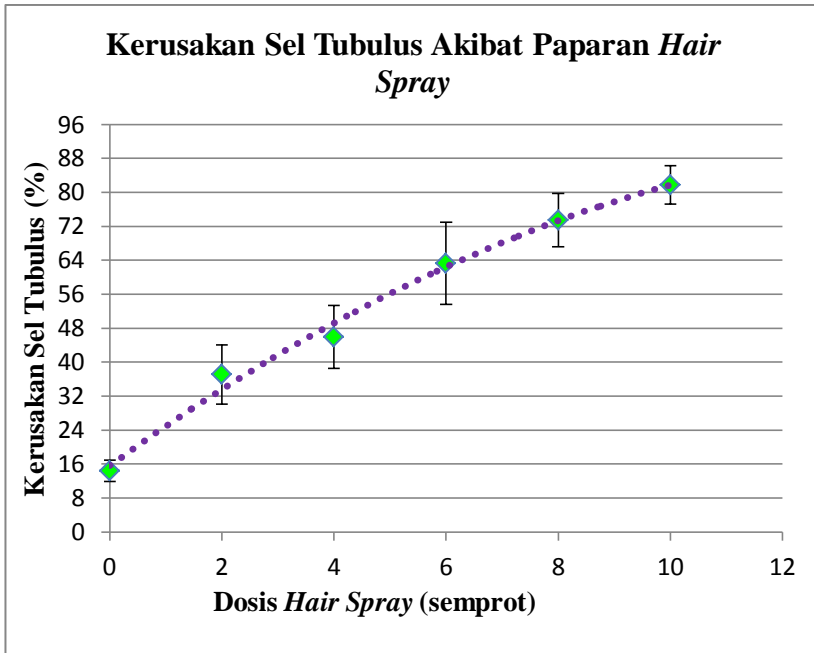


Gambar 4.1 Sel ginjal (a) kelompok G0, (b) kelompok G1 (2x semprot), (c) kelompok G2 (4x semprot), (d) kelompok G3 (6x semprot), (e) kelompok G4 (8x semprot), dan (f) kelompok G5 (10x semprot).



4.1.1.1 Grafik kerusakan tubulus

Gambar 4.2 mempresentasikan grafik dari hubungan banyaknya dosis semprotan *hair spray* terhadap sel yang mengalami kerusakan. Dari pengamatan sel tubulus, terdapat adanya perubahan yang terjadi pada setiap kelompok setelah dilakukan pemaparan *hair spray* dengan dosis yang berbeda-beda.



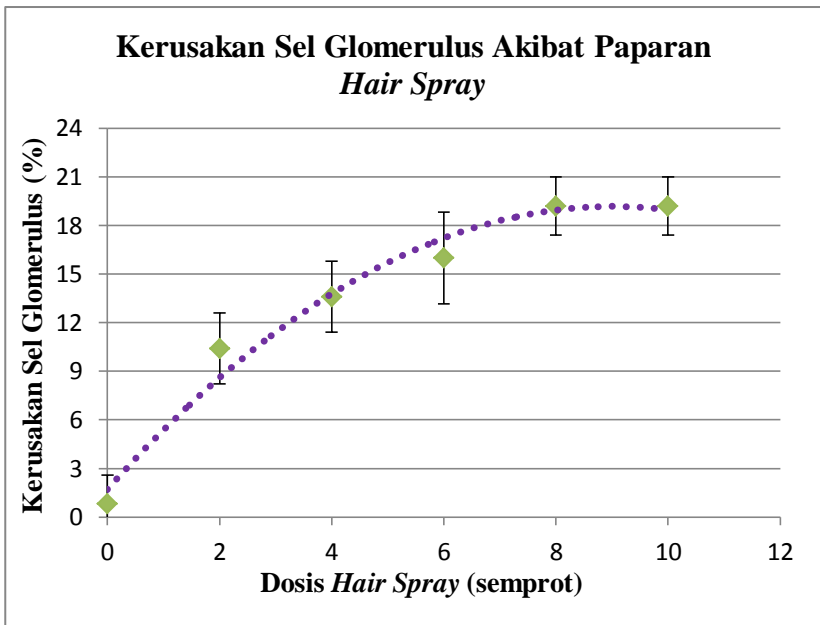
Gambar 4.2 Grafik hubungan dari jumlah dosis semprot *hair spray* dengan kerusakan sel tubulus

Pada grafik tersebut mengalami kenaikan yang signifikan sehingga menghasilkan persamaan garis yaitu $y = -0,2974x^2 + 9,5892x + 15,613$ dengan nilai regresi yang tinggi yaitu $R^2 = 0,992$. Hal ini dapat diartikan bahwa data yang dihasilkan hampir akurat. Pada grafik tersebut yaitu Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa semakin bertambah jumlah semprotan *hair spray* terhadap mencit, maka semakin besar pula jumlah kerusakan yang dihasilkan oleh sel

tubulus. Persentase kerusakan yang dihasilkan dari keadaan awal yaitu 14,41 % menjadi 81,77 %. Pada persentase kerusakan yang dihasilkan tersebut, dapat mengalami gangguan fungsi kerja dari sel tubulus. Akan tetapi, kerusakan yang dihasilkan tersebut bersifat sementara atau bersifat *reversible* (dapat pulih).

4.1.1.2 Grafik kerusakan glomerulus

Pada Gambar 4.3, kerusakan sel glomerulus juga mengalami peningkatan seiring dengan penambahan dosis semprot *hair spray* yang diberikan.



Gambar 4.3 Grafik hubungan dari jumlah dosis *hair spray* terhadap kerusakan sel glomerulus

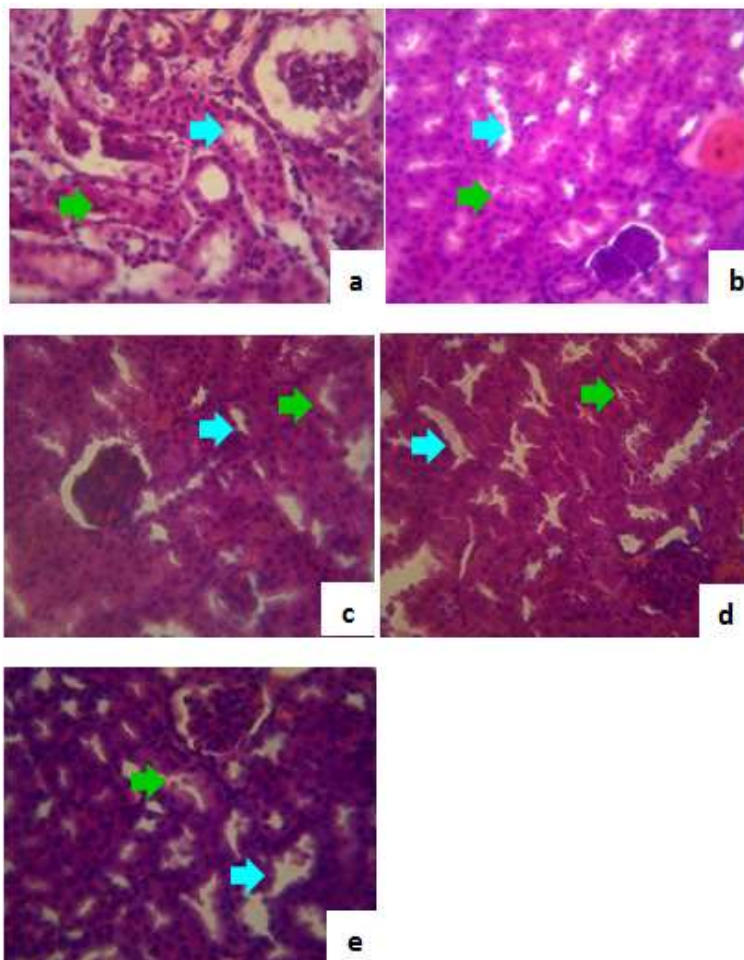
Pada keadaan kontrol, kerusakan sel glomerulus yang dihasilkan yaitu 0,8 %. Pada grafik ini terlihat bahwa titik kerusakan yang terdapat pada sel yaitu berada pada titik ke 8 atau 8x semprot.

Kerusakan yang dihasilkan oleh sel glomerulus pada titik ke-4 yaitu 19,2 %. Persamaan garis yang dihasilkan pada grafik kerusakan glomerulus ini yaitu $y = -0,2143x^2 + 3,8686x + 1,7143$ dengan nilai regresi yang dihasilkan yaitu $R^2 = 0,9764$.

4.1.2 Data hasil penelitian tahap 2

Gambar 4.4 kelompok GA1, pada sel glomerulus terdapat ruang bowman, terlihat dinding tubulus menyatu dengan dinding tubulus yang lain sehingga tidak dapat diketahui batas yang sebenarnya dari tubulus tersebut. Hal ini diakibatkan karena zat toksik atau dosis *hair spray* yang diberikan lebih besar dari pada dosis antioksidan yang digunakan. Glomerulus kelompok GA2, kelompok GA3 dan kelompok GA4 sebagian merapat dengan kapsul bowman atau ruang bowman yang dihasilkan semakin berkurang dan dilihat dari struktur glomerulusnya mengalami pembengkakan. Pembengkakan yang terjadi dikarenakan adanya proliferasi. Proliferasi merupakan fase dimana sel mengalami pertumbuhan atau mengalami perkembangbiakan dalam menghasilkan sel yang baru yang diakibatkan adanya proses detoksifikasi ataupun radang yang distimulasi oleh molekul antigen. Glomerulus kelompok GA5 mengalami kongesti artinya terdapat adanya peningkatan sel darah merah pada jaringan tersebut. Ruang bowman yang terdapat antara glomerulus dengan kapsul bowman telah berkurang dibandingkan dengan kelompok perlakuan sebelumnya. Sedangkan sel tubulusnya semakin menyempit.

Maka, nilai persentase kerusakan sel ginjal yang diperoleh dari penelitian tahap 2 pada masing-masing kelompok yaitu kelompok GA1 31,79 % ; kelompok GA2 26,61 % ; kelompok GA3 22,54 % ; kelompok GA4 17,86 % ; kelompok GA5 9,61 %.

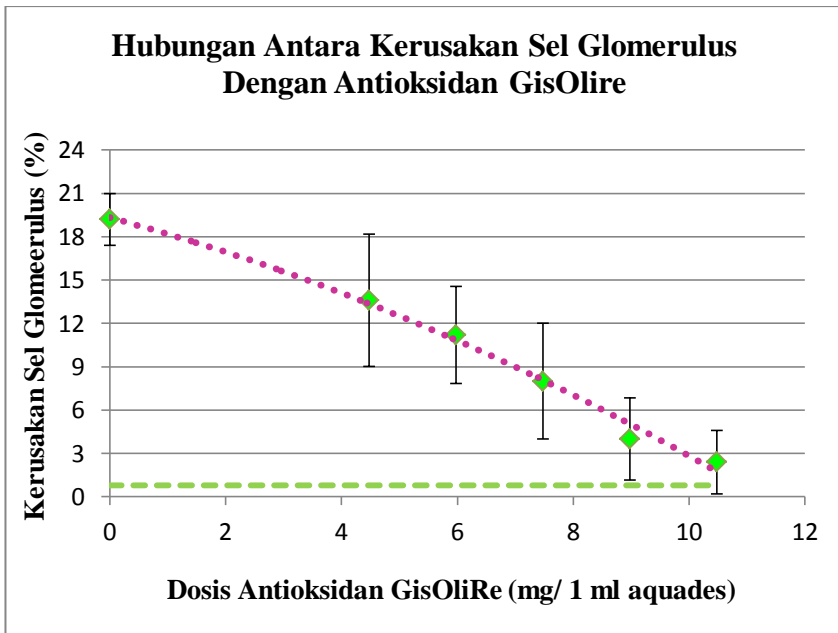


Gambar 4.4 Gambaran sel ginjal yang diberi antioksidan GisOliRe dan dosis *X hair spray* (a) kelompok GA1(4,475 ml/ 1 mg aquades), (b) kelompok GA2 (5,975 ml/ 1 mg aquades), (c) kelompok GA3 (7,475 ml/ 1 mg aquades), (d) kelompok GA4 (8,975 ml/ 1 mg aquades), (e) kelompok GA5 (10,475 ml/ 1 mg aquades).



4.1.2.1 Grafik hubungan antara kerusakan sel glomerulus dengan antioksidan GisOliRe

Pada Gambar 4.5 mepresentasikan hubungan dari dosis antioksidan GisOliRe terhadap dosis X *hair spray* yang diberikan pada setiap kelompok dan penggunaan antioksidan GisOliRe di setiap kelompok dengan varian dosis. Grafik hubungan antara kerusakan glomerulus dengan adanya pemberian antioksidan GisOliRe selama 14 hari, menjelaskan bahwa telah mengalami adanya penurunan dari jumlah kerusakan yaitu 19,2 % menjadi 2,4 %.



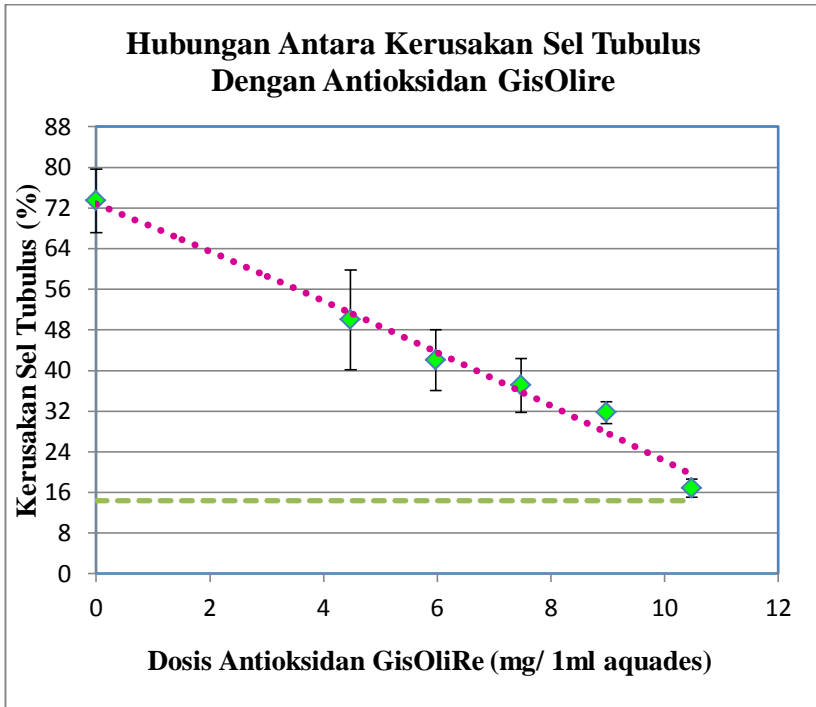
Gambar 4.5 Pengaruh dosis antioksidan GisOliRe terhadap persentase kerusakan sel glomerulus

Hal ini terjadi karena adanya pengaruh pemberian antioksidan GisOliRe pada mencit dengan dosis antioksidan yang berbeda-beda selama 14 hari. Dalam pemberian antioksidan sangat

memberikan dampak positif dalam mengatasi adanya kerusakan yang ditimbulkan oleh *hair spray* dengan dosis X semprot, nilai rerata konsentrasi *hair spray* yang digunakan yaitu 5,07 ml. Sehingga tampak dari grafik tersebut, mengalami penurunan yang signifikan dari setiap kelompok. Nilai regresi yang dihasilkan yaitu $R^2 = 0,9913$. Dari grafik tersebut selama pengamatan sel glomerulus, jelas terlihat bahwa pada sel tersebut, apabila semakin meningkat dosis antioksidan GisOliRe yang diberikan maka jarak antara glomerulus dengan kapsul bowman semakin mengecil. Sehingga ruang bowman yang ditimbulkan semakin menyempit atau merapat dengan kapsul bowman. Persamaan garis yang dihasilkan pada grafik tersebut merupakan hubungan antara kerusakan sel glomerulus dengan antioksidan adalah $y = -0,0578x^2 - 1,0715x + 19,315$.

4.1.2.2 Grafik hubungan antara kerusakan sel tubulus dengan antioksidan GisOliRe

Pada pengamatan sel tubulus, apabila pemberian dosis antioksidan semakin meningkat maka terdapat sel tubulus yang normal atau menyempit mulai berkurang dari keadaan sebelumnya. Gambar 4.6, menjelaskan mengenai hubungan dari kerusakan sel tubulus tanpa adanya pemberian antioksidan dan kerusakan sel tubulus terhadap adanya pemberian antioksidan GisOliRe dengan variasi dosis, sehingga menghasilkan persamaan garis yaitu $y = -0,0462x^2 - 4,6039x + 72,846$, dengan nilai regresi yang diperoleh dari grafik ini yaitu $R^2 = 0,9839$. Pada grafik hubungan antara kerusakan sel tubulus dengan antioksidan GisOliRe mengalami penurunan persentase kerusakan dari 73,41 % menjadi 16,83 %.



Gambar 4.6 Grafik hubungan antara prosentase kerusakan sel tubulus dengan dosis antioksidan GisOliRe

4.2 Pembahasan

Sel-sel makhluk hidup merupakan suatu sistem koloid. Koloid merupakan campuran zat heterogen (sistem 2 fase) antara dua zat atau lebih dengan partikel yang berukuran 1-100 nm. Salah satu contoh koloid yaitu *hair spray*. Koloid yang dimaksud dalam hal ini menggunakan medium pendispersi, sehingga partikelnya dapat menghasilkan tumbukan. Resultan dari tumbukan tersebut dapat menyebabkan perubahan arah gerak partikel menjadi gerak zig zag (gerak brown). Sehingga, semakin kecil ukuran partikelnya, maka pergerakan partikel semakin cepat, dan begitu pula sebaliknya. Apabila suhu pada sistem koloid semakin meningkat, maka energi

kinetik yang dihasilkan dari partikel medium pendispersinya semakin besar. Medium pendispersinya yaitu emulsi gas, atau dapat disebut dengan aerosol cair.

Partikel *hair spray* dapat masuk kedalam tubuh melalui sistem pernapasan, yaitu dengan cara menghirup udara yang telah bercampur dengan partikel *hair spray* dalam bentuk gas kemudian masuk kedalam paru-paru dan mengalami proses difusi. Proses difusi merupakan suatu proses pertukaran gas antara darah pada kapiler paru dengan alveoli. Proses ini terjadi karena adanya perbedaan tekanan. Yakni gas akan berdifusi dari tekanan tinggi menuju ketekanan yang rendah. Kemudian zat tersebut diangkut oleh darah menuju ke hati. Di hati akan dilakukan proses detoksifikasi, dimana hati akan mengamati isi dari sel darah tersebut dan membuang material yang berpotensi menjadi racun. Setelah melalui proses tersebut, maka darah akan mengangkut hasil detoksifikasi dari hati menuju ke ginjal. Di ginjal akan dilakukan proses penyaringan pada nefron, dimana urin yang dihasilkan berasal dari nefron.

Pada *hair spray* tersebut mengandung surfaktan yang dapat menghambat enzim pada hati, sehingga mempengaruhi proses detoksifikasi adanya partikel yang masuk ke dalam tubuh tersebut dan berpotensi menjadi toksik. Sel ginjal akan mulai rusak ditandai adanya kerusakan pada membran sel sehingga mengubah struktur maupun fungsi dari membran sel tersebut. Apabila dosis penggunaan *hair spray* berlebihan, maka dapat menimbulkan efek yang merugikan pada tubuh. Hal ini berdasarkan penelitian yang telah dilakukan. Bahan atau senyawa kimia yang terdapat pada kandungan *hair spray* yang digunakan pada penelitian ini yaitu alkohol denat, fragrance, cocamide DEA, aminomethyl propanol, capramide DEA, lauramide DEA, PEG-12 dimethicone, cocamidopropyl betaine, dan acrylates. DEA (dietanolamina), merupakan bahan kimia yang dapat membentuk nitrat sehingga menjadi nitrosamin. Artinya bahan-bahan kimia tersebut dapat menyebabkan kanker. Biasanya pada kandungan kosmetik terdapat tulisan DEA. Hal ini patut dihindari

agar tidak menimbulkan efek pada kulit maupun pada organ yang lainnya. Komponen DEA berfungsi sebagai penghasil busa. Akan tetapi, sebagian besar komponen DEA memiliki potensi dalam berinteraksi dengan nitrit yang berasal dari komponen lain, sehingga dapat menghasilkan nitrosamin yang bersifat karsinogenik. Sifat dari karsinogenik tersebut adalah dapat mengendap, karena dapat berinteraksi dengan DNA dalam sel-sel tubuh sehingga dapat mengganggu proses biologis. Aturan penggunaan konsentrasi DEA tidak boleh melebihi 1%.



Gambar 4.7 Gugus molekul *coconut acid* (Liebert, 1986)

Menurut (Liebert, 1986) RCO merupakan radikal dari *coconut acid*. *Coconut acid*, merupakan jenis surfaktan non-ionik. Surfaktan merupakan suatu campuran yang terdiri dari molekul yang mempunyai gugus polar (air) dan gugus non-polar (minyak). Surfaktan non-ionik termasuk kedalam jenis-jenis surfaktan yang merupakan suatu surfaktan yang tidak memiliki muatan. Pada molekul RCO terdapat elektron yang tidak berpasangan sehingga memicu timbulnya radikal bebas. Maka dibutuhkan antioksidan GisOliRe untuk mencegah timbulnya radikal bebas. Antioksidan GisOliRe mengandung senyawa aktif dalam menangkal radikal bebas, diantaranya yaitu golongan senyawa *xanthone* yang terdapat pada kulit manggis.

Pada gugus *coconut acid*, R merupakan rantai karbon dari gugus alkil yang memiliki rantai reaksi yang panjang. Pada Gambar 4.7 yaitu gugus *coconut acid* terdapat atom C dan atom O. Ikatan yang terdapat pada atom C dan atom O merupakan ikatan kovalen rangkap dua. Konfigurasi elektron pada atom O yaitu $1S^2 2S^2 2P^4$, sehingga atom O memiliki 6 elektron valensi. Sedangkan pada atom

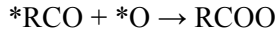
C, konfigurasi elektronnya yaitu $1S^2 2S^2 2P^2$, maka atom C memiliki elektron valensi yaitu 4. Pada atom O membutuhkan 2 elektron agar memenuhi kaidah oktet, sedangkan pada atom C, membutuhkan 4 elektron dari atom yang lain agar kaidah oktet terpenuhi. Ikatan kovalen rangkap dua merupakan suatu ikatan yang terjadi dengan penggunaan 2 elektron secara bersama, agar konfigurasi elektron menjadi stabil maka atom O memerlukan 2 elektron dari atom C, sedangkan atom C menyumbangkan 2 elektronnya untuk atom O sehingga menjadi stabil. Gaya tolak yang dihasilkan pada ikatan rangkap kovalen lebih besar dari pada ikatan tunggal yang memiliki gaya tolak kecil. Sehingga memiliki sudut ikatan yang menyimpang dari sudut ikatan idealnya, maka sudut yang diberikan dari ikatan rangkap dua lebih besar. Pada gugus molekul *coconut acid* membentuk segitiga planar, dengan atom C sebagai pusatnya sehingga sudut ideal ikatannya yaitu 120° . Hal ini menimbulkan efek pada pasangan elektron bebas. Timbulnya pasangan elektron bebas (PEB) memengaruhi pembentukan molekul tersebut, sehingga bentuk molekulnya menjadi V planar. Gaya tolak yang dihasilkan oleh PEB lebih besar daripada gaya tolak oleh sesama PEI.

Terdapat adanya perbedaan antara radikal bebas dan oksidan. Oksidan merupakan suatu senyawa yang menerima elektron. Sedangkan radikal bebas merupakan suatu atom, molekul, senyawa yang memiliki elektron yang tidak berpasangan. Maka, untuk mengetahui atom, molekul, maupun senyawa dapat dilihat dari konfigurasi elektronnya. Seringkali, elektron yang tidak berpasangan cenderung ingin membentuk suatu pasangan sehingga terjadi penarikan terhadap elektron dari senyawa yang lain sehingga senyawa tersebut berubah dan menjadi radikal yang baru. Radikal bebas memiliki reaktivitas yang tinggi sehingga memiliki kecenderungan untuk menarik elektron yang dapat menyebabkan terbentuknya rantai reaksi. Rantai reaksi dapat berhenti dengan cara diredam menggunakan antioksidan. Radikal bebas memiliki kemiripan sifat dengan oksidan. Hal ini dikarenakan terdapat

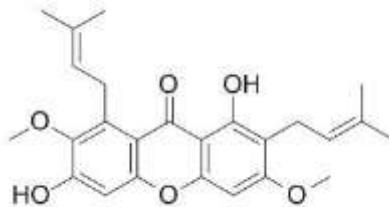
kecenderungan untuk menarik elektron dari senyawa yang lainnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa radikal bebas adalah oksidan, akan tetapi tidak semua oksidan adalah radikal bebas.

Radikal bebas yang terdapat pada *coconut acid* mampu mengubah struktur maupun merusak fungsi ginjal, dimana ginjal memiliki kemampuan dalam mengatur volume, komposisi cairan, beserta elektrolit dalam tubuh. Secara mikroskopis, terdapat perubahan pada sel glomerulus, dimana kerusakan yang timbul pada sel glomerulus dan sel tubulus merupakan akibat dari proses zat toksik yang terakumulasi pada ginjal, sehingga menyebabkan kerusakan pada sel ginjal, khususnya pada tubulus. Karena pada tubulus merupakan tempat terjadinya proses reabsorpsi dan ekskresi dari zat toksik tersebut.

Tubuh manusia dapat menetralkan radikal bebas tersebut, hanya saja apabila jumlahnya berlebihan maka kemampuan dalam menetralkan menjadi berkurang. Salah satu interaksi radikal bebas dengan sel dapat menyebabkan perubahan struktur DNA, yaitu dengan cara mengambil elektron dari sel tubuh manusia sehingga menimbulkan sel-sel mutan. Apabila perubahan struktur DNA terus berlanjut, maka dapat menimbulkan kanker. Dalam tubuh manusia dapat menghasilkan antioksidan sendiri atau disebut dengan antioksidan internal, akan tetapi terkadang jumlahnya tidak mencukupi untuk melakukan penetralan radikal bebas. Stres oksidatif dapat dicegah apabila terdapat adanya keseimbangan antara antioksidan dan radikal bebas. Stres oksidatif merupakan adanya suatu kondisi yang mengganggu sistem keseimbangan antara oksigen dan antioksidan sehingga menimbulkan kerusakan. Apabila stres oksidatif terjadi didalam tubuh, maka dapat membentuk radikal bebas yang baru. Pada antioksidan alami terdapat elektron bebas pada atom O, dimana terdapat satu elektron yang tidak berpasangan sehingga molekul tersebut cenderung menarik satu elektron yang berasal dari atom lain. Interaksi antara RCO dan O secara umum diilustrasikan seperti reaksi berikut.



Atom yang dimaksud dalam hal ini adalah atom C. Atom yang tidak stabil akan berusaha menstabilkan diri dengan menyesuaikan jumlah elektron yang mendekati salah satu diantara atom-atom pada gas mulia, sehingga atom C akan cenderung mengikat diri pada atom O. Maka keduanya harus menyumbangkan satu elektron untuk digunakan secara bersama agar gugus dari asam kelapa menjadi stabil. Gaya tarik menarik yang terdapat pada atom C dan O pada antioksidan disebabkan oleh adanya sifat elektronegativitas. Elektronegativitas merupakan suatu kemampuan atau kecenderungan pada suatu atom dalam menangkap atau menarik elektron dari atom yang lain. Hal ini terjadi pada atom C dan O. Semakin kuat atom menarik elektron dari atom yang lain, maka atom tersebut semakin elektronegatif.



Gambar 4.8 Gugus beta-mangostin ($C_{25}H_{28}O_6$) (Emilan & Ashfar, 2011)

Sebaliknya, apabila daya tarik antar elektron makin lemah, maka atom tersebut makin elektropositif. Sehingga dapat disimpulkan bahwa atom yang memiliki daya tarik elektron yang kuat, maka akan memiliki elektronegativitas yang besar, sedangkan atom yang daya tarik elektronnya lemah, maka sifat elektronegativitasnya kecil. Energi ikat yang terdapat pada masing-masing atom tersebut yaitu, energi ikat dari $C=O$ sebesar 745 kJ/mol, dan energi ikat dari $C-O$ sebesar 358 kJ/mol. Energi ikat merupakan

suatu perubahan entalpi yang digunakan untuk memutus ikatan tertentu dalam 1 mol gas. Semakin tinggi energi ikat yang terdapat pada suatu atom, maka semakin sulit untuk melepaskan ikatan tersebut, dikarenakan membutuhkan energi yang lebih besar lagi untuk memutus suatu ikatan.

Radikal bebas diproduksi didalam sel melalui reaksi pemindahan suatu elektron dengan menggunakan mediator, baik itu enzim maupun non enzim. Produksi radikal bebas didalam sel terbagi menjadi dua yaitu pembentukan radikal bebas secara kontinyu dan pembentukan melalui rangsangan. Pembentukan radikal bebas secara kontinyu atau rutin merupakan superoksida yang dihasilkan melalui adanya aktivasi fagosit dan reaksi katalis, sedangkan pada pembentukan radikal bebas melalui pasangan yaitu adanya kebocoran superoksida apabila kelompok oksigen reaktif bertemu dengan benda asing yang tidak diketahui oleh sel. Dalam keadaan normal, radikal bebas timbul karena adanya kebocoran elektron pada transpor elektron. Misalnya pada mitokondria yang dapat menghasilkan superoksida. Apabila suatu tekanan pada zat toksik melebihi pertahanan yang terdapat pada antioksidan endogen, maka dapat mengakibatkan kelebihan radikal bebas sehingga akan bereaksi dengan lemak, protein, dan DNA.