

Studi Literatur Pemanfaatan Koenzim Q10 sebagai Antioksidan

Rahmalia Putri^{*}, Hanifa Rahma, Sani Ega Priani

Prodi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

rahmalia Putri603@gmail.com, hanifa.rahma@gmail.com, egapriani@gmail.com

Abstract. Coenzyme Q10 (CoQ10) is a lipophilic antioxidant that plays an important role in cellular energy metabolism and protection against oxidative stress. As we age and increase exposure to external factors such as UV rays and pollution, coenzyme Q10 levels in the body decrease, which can lead to skin aging and various degenerative diseases. This study aims to determine the dosage form of coenzyme Q10 and the route of administration and to determine the number of doses of coenzyme Q10 that are commonly used. The method used in this research is a systematic literature study by analyzing various relevant scientific sources, including international and national journals related to the use of coenzyme Q10 as an antioxidant. The study results show that coenzyme Q10 can be administered orally, topically and intravenously, with each route having different effectiveness. Oral administration is the most common, with dosage forms such as tablets, capsules, softgels, and liquids, where ubiquinol is more easily absorbed than ubiquinone. Topical application of coenzyme Q10 has been shown to increase coenzyme Q10 levels in the epidermis, reduce free radicals, and protect the skin from oxidative stress and aging due to UV and pollution. Intravenous administration shows potential in reducing damage from heart and brain infarction, but no approved clinical formulation is available. The dosage commonly used varies from 30 mg to 3000 mg.

Keywords: *Coenzyme Q10, Antioxidants, Oxidative stress, Dose, Dosage Form.*

Abstrak. Koenzim Q10 (CoQ10) adalah antioksidan lipofilik yang berperan penting dalam metabolisme energi seluler dan perlindungan terhadap stres oksidatif. Seiring bertambahnya usia dan meningkatnya paparan faktor eksternal seperti sinar UV dan polusi, kadar koenzim Q10 dalam tubuh menurun, yang dapat menyebabkan penuaan kulit dan berbagai penyakit degeneratif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bentuk sediaan dari koenzim Q10 serta rute pemberiannya dan untuk mengetahui jumlah dosis dari koenzim Q10 yang biasa digunakan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur sistematis dengan menganalisis berbagai sumber ilmiah yang relevan, termasuk jurnal internasional dan nasional terkait pemanfaatan koenzim Q10 sebagai antioksidan. Hasil kajian menunjukkan bahwa koenzim Q10 dapat diberikan melalui oral, topikal, dan intravena, dengan masing-masing rute memiliki efektivitas berbeda. Pemberian oral adalah yang paling umum, dengan bentuk sediaan seperti tablet, kapsul, *softgel*, dan cairan, di mana ubiquinol lebih mudah diserap dibandingkan ubiquinone. Aplikasi topikal koenzim Q10 terbukti meningkatkan kadar koenzim Q10 di epidermis, mengurangi radikal bebas, dan melindungi kulit dari stres oksidatif serta penuaan akibat UV dan polusi. Pemberian intravena menunjukkan potensi dalam mengurangi kerusakan akibat infark jantung dan otak, tetapi belum tersedia formulasi klinis yang disetujui. Dosis yang biasa digunakan beragam mulai dari 30 mg hingga 3000 mg.

Kata Kunci: *Koenzim Q10, Antioksidan, Stress oksidatif, Dosis, Bentuk Sediaan.*

A. Pendahuluan

Radikal bebas merupakan molekul yang memiliki satu atau lebih elektron tidak berpasangan pada orbit terluarnya, yang membuatnya bersifat sangat reaktif. Radikal bebas dapat bereaksi dengan molekul biologis seperti DNA, protein dan lipid yang dapat menyebabkan kerusakan sel dan berkontribusi terhadap berbagai penyakit degeneratif. Adapun faktor penyebab radikal bebas terdiri dari faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal meliputi proses metabolisme tubuh, peradangan dan aktivitas enzimatik dalam tubuh sedangkan untuk faktor eksternalnya meliputi paparan polusi udara, asap rokok, sinar ultraviolet serta pola makan yang tidak sehat. Akumulasi radikal bebas dalam tubuh dapat menyebabkan stres oksidatif. Dalam kondisi normal, tubuh memiliki sistem biologis yang menjaga keseimbangan antara oksidan dan antioksidan untuk mencegah kerusakan akibat oksidasi. Agar tidak merusak sel, oksidan perlu dinetralkan terlebih dahulu melalui proses seperti reduksi, penangkapan radikal bebas, atau perubahan anion superoksida (O_2^-) dan anion peroksida (HO_2^-) menjadi bentuk yang lebih stabil dengan bantuan sistem pertahanan antioksidan. Jika sistem ini tidak mampu menghilangkan oksidan dengan baik, keseimbangan tubuh (homeostasis) bisa terganggu dan menyebabkan stres oksidatif. Stres oksidatif adalah kondisi ketidakseimbangan antara radikal bebas dengan antioksidan yang berperan melindungi jaringan dari kerusakan. Kondisi ini muncul ketika produksi radikal bebas atau ROS (*Reactive Oxygen Species*) melebihi kapasitas antioksidan tubuh untuk menetralkannya (Arief & Widodo, 2018).

Stres oksidatif memiliki peran penting dalam patofisiologi proses penuaan dan berbagai penyakit degeneratif seperti kanker, diabetes mellitus beserta komplikasinya, serta aterosklerosis yang berkontribusi pada penyakit jantung, gangguan pembuluh darah, dan stroke. Hal ini terjadi karena peningkatan ROS yang menyebabkan terjadinya stres oksidatif dapat membahayakan fungsi seluler dan mengaktifkan *Mitogen Activated Protein Kinase* (MAPK) yang mengakibatkan penuaan sel dan penyakit degeneratif kronis. Selain itu, peningkatan ROS juga merangsang proliferasi seluler yang menyimpang, pertumbuhan sel yang tidak terkontrol dan apoptosis. Oleh karena itu, keberadaan antioksidan sangat penting untuk mencegah dampak buruk dari stres oksidatif. Antioksidan adalah suatu senyawa yang dapat mencegah oksidasi senyawa lain. Senyawa tersebut bekerja dengan memperlambat atau mencegah proses oksidasi, yaitu reaksi kimia yang melibatkan transfer elektron yang dapat menghasilkan radikal bebas. Antioksidan yang sering berfungsi sebagai agen pereduksi, bertindak untuk menghentikan reaksi berantai tersebut (Fadlilah & Lestari, 2023; Leyane *et al.*, 2022). Antioksidan dapat dihasilkan secara endogen oleh tubuh atau diperoleh dari sumber eksogen.

Contohnya meliputi enzim seperti superoksida dismutase, katalase, glutathione peroksidase, glutathione reduktase, serta mineral seperti selenium, tembaga, besi, dan zinc, atau antioksidan nonenzimatik, seperti vitamin A, C dan E. Senyawa lain yang diketahui memiliki potensi sebagai antioksidan yaitu koenzim Q10. Koenzim Q10 sudah banyak digunakan dalam penanganan berbagai kondisi kesehatan, termasuk penyakit kardiovaskular, diabetes, gangguan neurologis, serta gangguan metabolisme seperti hiperlipidemia dan hipertensi. Koenzim Q10 atau 2,3-dimetoksi-5-metil-6-poliprenil-1,4-benzokuinon adalah senyawa lipofilik yang menyerupai vitamin. Senyawa ini ditemukan pada berbagai jenis organisme dan memiliki potensi sebagai antiinflamasi, antiapoptosis, dan antioksidan. Koenzim Q10 terdiri dari dua komponen utama, yaitu cincin benzokuinon yang membantu mentransmisikan elektron ke rantai respirasi pada membran mitokondria. Proses ini mendukung produksi adenosin trifosfat (ATP), yang berperan dalam menghasilkan energi bagi sel. Komponen lainnya adalah rantai isoprenoid, yang memberikan karakteristik hidrofobik pada molekul tersebut (Samimi *et al.*, 2024).

Koenzim Q10 atau *ubiquinone* merupakan antioksidan alami yang ditemukan dalam setiap sel tubuh manusia dan diproduksi terutama oleh hati. Senyawa ini memiliki jalur sintesis yang sama dengan kolesterol dan berperan dalam mengurangi stres oksidatif akibat paparan sinar UV. Sebagai antioksidan, koenzim Q10 berfungsi menetralkan radikal bebas yang dapat mengaktifkan jalur *mitogen-activated protein kinase* (MAPK). Aktivasi MAPK ini memicu produksi *matrix metalloproteinases* (MMPs), enzim yang merusak kolagen di lapisan dermis, sehingga menyebabkan penurunan elastisitas kulit dan juga dapat memicu berbagai penyakit degeneratif. Selain itu, efektivitas Koenzim Q10 sebagai antioksidan telah dibuktikan dalam penelitian oleh (Adeoye *et al.*, 2024), yang melaporkan bahwa nilai IC_{50} Koenzim Q10 berdasarkan metode DPPH adalah 54,68 $\mu\text{g/mL}$. Meskipun tubuh manusia secara alami memproduksi koenzim Q10, sintesis senyawa ini berkurang

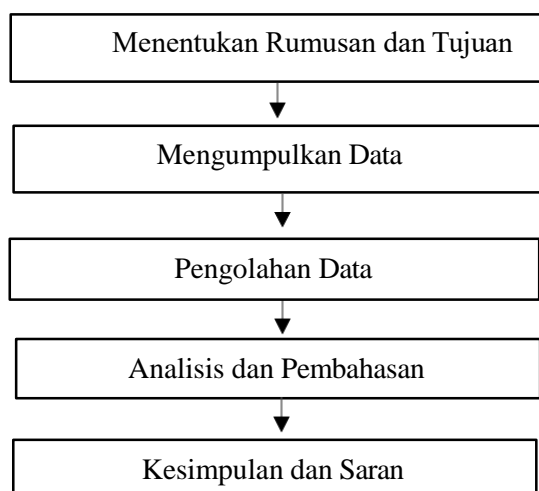
seiring bertambahnya usia, yang dapat menyebabkan kekurangan pada orang lanjut usia. Organ-organ seperti paru-paru, jantung, limpa, hati, dan ginjal manusia memiliki kadar koenzim Q10 tertinggi sekitar usia 20 tahun, setelah itu jumlahnya berkurang secara bertahap seiring penuaan. Koenzim Q10 juga ditemukan dalam jumlah kecil pada berbagai jenis makanan dan diproduksi secara industri di laboratorium untuk digunakan sebagai suplemen (Samimi *et al.*, 2024)

Koenzim Q10 memiliki kelarutan yang rendah didalam air (0,193 $\mu\text{g}/\text{mL}$) dengan berat molekul sebesar 863,36 g/mol dan nilai log p nya yaitu 21. Hal ini menyebabkan koenzim Q10 mulai dikembangkan dalam berbagai bentuk sediaan untuk mengoptimalkan efektivitas, stabilitas serta bioavailabilitasnya di dalam tubuh. Kelarutannya yang rendah didalam air dan penyerapannya yang terbatas di saluran cerna membuat koenzim Q10 diformulasikan dalam berbagai sistem penghantaran untuk meningkatkan ketersediaannya dalam tubuh. Bentuk sediaan yang berbeda membantu melindungi koenzim Q10 dari degradasi akibat cahaya, suhu dan oksidasi sehingga mempertahankan efektivitasnya lebih lama. Selain itu bentuk sediaan yang beragam juga bertujuan untuk mempermudah penggunaan koenzim Q10 oleh para konsumen. Sementara itu, dosis yang bervariasi memungkinkan penggunaan koenzim Q10 sesuai dengan kondisi kesehatan individu, seperti terapi defisiensi koenzim Q10, dukungan bagi pasien dengan gangguan kardiovaskular, atau sebagai suplemen antioksidan (Ayunin *et al.*, 2022).

Berdasarkan uraian tersebut maka rumusan masalah dari penelitian ini yaitu bagaimana bentuk sediaan dari koenzim Q10 yang biasa digunakan sebagai antioksidan serta rute pemberiannya dan berapa dosis dari koenzim Q10 yang biasa digunakan. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui berbagai bentuk sediaan dari koenzim Q10 serta rute pemberiannya dan untuk mengetahui dosis dari koenzim Q10 yang biasa digunakan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan peningkatan pemahaman terkait peran koenzim Q10 dalam kesehatan serta berkontribusi terhadap pengembangan terapi antioksidan.

B. Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode studi literatur yang dilakukan dengan mencari, memilih dan mengolah sumber data. Alat yang digunakan adalah pencarian melalui daring dengan beberapa jurnal yang berhubungan dengan pemanfaatan koenzim Q10 sebagai antioksidan sebagai acuan. Kualifikasi jurnal penelitian yang digunakan yaitu yang telah terpublikasi secara nasional maupun internasional dengan prioritas 10 tahun terakhir atau dalam rentang 2015-2025. Pencarian data menggunakan *search engine* elektronik seperti Google Scholar, ScienceDirect, PubMed, ResearchGate, serta penyedia jurnal ilmiah lainnya.



Gambar 1. Tahapan Riset

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Radikal Bebas

Radikal bebas didefinisikan sebagai atom atau molekul dengan satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan dan bersifat tidak stabil, berumur pendek dan sangat reaktif yang dapat menarik elektron dari molekul lain dalam tubuh untuk mencapai stabilitas. Ketika radikal bebas memiliki elektron yang tidak berpasangan pada kulit terluarnya maka molekul tersebut akan berusaha mencapai keadaan stabil dengan cara “mencuri” elektron dari molekul lain. Ketika molekul target kehilangan elektron karena radikal bebas, maka molekul tersebut akan menjadi radikal bebas dan harus menemukan “donor” yang dapat dicuri elektronnya. Dengan demikian, reaksi berantai dimulai sehingga menyebabkan kerusakan yang cukup besar pada protein seluler, lipid, membran dan DNA. Apabila elektron berikatan dengan senyawa radikal bebas yang bersifat ionik akan menimbulkan dampak yang

tidak begitu berbahaya. Namun, saat elektron berikatan dengan senyawa radikal bebas yang memiliki ikatan senyawa kovalen akan memberikan dampak yang sangat berbahaya. Hal ini disebabkan adanya ikatan yang digunakan secara bersama-sama pada orbital terluarnya. Radikal bebas dapat terbentuk ketika terjadi pemisahan ikatan kovalen dengan sifatnya yang aktif dan pergerakan yang tidak teratur di dalam tubuh makhluk hidup (Anggarani *et al.*, 2023; Draelos, 2022).

Spesies oksigen reaktif (ROS) serta spesies nitrogen reaktif (RNS) merupakan produk metabolisme seluler. ROS dan RNS dikenal memiliki peran ganda, yaitu sebagai spesies yang merugikan sekaligus bermanfaat, karena keduanya dapat bersifat merusak maupun menguntungkan bagi sistem kehidupan. Efek menguntungkan ROS terjadi pada konsentrasi rendah hingga sedang, dimana ia dapat berperan secara fisiologis dalam respon seluler terhadap stress, misalnya dalam pertahanan melawan agen infeksius dan dalam fungsi berbagai sistem pensinyalan seluler. Contoh lain dari manfaat ROS pada konsentrasi rendah hingga sedang adalah induksi respons mitogenik. Efek merugikan dari radikal bebas yang dapat menyebabkan kerusakan biologis, dikenal sebagai stres oksidatif dan stres nitrosative. Kondisi ini terjadi dalam sistem biologis ketika terdapat produksi ROS/RNS yang berlebihan dan di sisi lain tubuh kekurangan antioksidan enzimatis maupun non-enzimatis. Dengan kata lain, stres oksidatif terjadi akibat reaksi metabolik yang menggunakan oksigen dan mencerminkan gangguan dalam keseimbangan antara reaksi prooksidan dan antioksidan dalam organisme hidup. Kelebihan ROS dapat merusak lipid sel, protein, atau DNA, sehingga menghambat fungsi normalnya (Valiko *et al.*, 2007).

Antioksidan

Antioksidan memiliki peran penting dalam melindungi tubuh dari efek merugikan stres oksidatif yang disebabkan oleh ROS yang terbentuk dari hasil metabolisme normal maupun faktor eksternal seperti polusi dan radiasi. Antioksidan bekerja dengan menghambat oksidasi molekul lain melalui mekanisme seperti donasi elektron atau atom hidrogen kepada radikal bebas, sehingga menghentikan reaksi berantai oksidasi. Di tubuh manusia, antioksidan melindungi jaringan dari kerusakan akibat ROS, memperlambat proses penuaan, dan mengurangi risiko penyakit kronis. Antioksidan dapat berasal dari sumber alami atau sintetis. Antioksidan alami, seperti polifenol dan flavonoid, banyak ditemukan dalam buah, sayuran, biji-bijian, dan rempah-rempah. Senyawa-senyawa ini memiliki struktur kimia yang memungkinkan mereka untuk menetralkan ROS secara efektif. Selain itu, vitamin C, E, dan beta-karoten juga termasuk dalam antioksidan alami yang memiliki peran penting dalam sistem pertahanan tubuh. Antioksidan sintetis, seperti *butylated hydroxytoluene* (BHT) dan *butylated hydroxyanisole* (BHA) digunakan secara luas dalam industri pangan untuk memperpanjang umur simpan produk. Namun, potensi toksisitas dan efek samping dari antioksidan sintetis telah meningkatkan minat terhadap alternatif alami yang lebih aman dan ramah lingkungan (Gulcin, 2020).

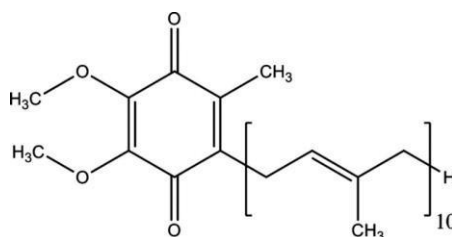
Antioksidan dapat menghambat atau memperlambat oksidasi dengan dua cara: pertama, dengan menangkap radikal bebas, dimana senyawa tersebut disebut sebagai antioksidan primer; kedua, melalui mekanisme yang tidak melibatkan penangkapan radikal bebas secara langsung. Antioksidan primer meliputi senyawa fenolik seperti α -tokoferol. Sementara itu, antioksidan sekunder bekerja melalui berbagai mekanisme, termasuk mengikat ion logam, menangkap spesies oksigen reaktif, mengubah hidroperoksida menjadi spesies non-radikal, menyerap radiasi UV, atau menonaktifkan oksigen singlet. Secara umum, antioksidan sekunder hanya menunjukkan aktivitas antioksidan jika komponen minor lain hadir. Contohnya adalah agen pengkelat seperti asam sitrat yang efektif dalam mengurangi kerusakan oksidatif. Efektivitas antioksidan tidak hanya ditentukan oleh karakteristik strukturalnya,

seperti reaktivitas kimia terhadap peroksidil dan spesies aktif lainnya, tetapi juga dipengaruhi oleh berbagai faktor lain, termasuk konsentrasi, suhu, intensitas cahaya, jenis substrat, kondisi fisik sistem, serta keberadaan mikrokomponen yang berperan sebagai prooksidan atau sinergis (Gulcin, 2020).

Antioksidan adalah senyawa yang berfungsi untuk melawan efek merusak dari radikal bebas, yang merupakan molekul reaktif dengan elektron yang tidak berpasangan. Radikal bebas dapat menyebabkan kerusakan pada sel-sel tubuh, termasuk DNA, protein, dan membran sel, yang berpotensi memicu penyakit degeneratif dan penuaan dini. Antioksidan memiliki berbagai manfaat kesehatan, antara lain mencegah kerusakan sel, memperlambat penuaan, serta mengurangi risiko penyakit seperti kanker, penyakit jantung, dan gangguan neurodegeneratif. Dengan mengonsumsi makanan yang kaya akan antioksidan secara seimbang, kita dapat mendukung kesehatan tubuh dan melindungi diri dari dampak buruk radikal bebas (Gulcin, 2020).

Koenzim Q10

Koenzim Q10 adalah nutrisi alami yang tersedia melalui konsumsi makanan. Ikan dan kerang adalah sumber makanan yang baik untuk koenzim Q10. Diperkirakan koenzim Q10 menyediakan 95% kebutuhan energi tubuh (ATP) dan diketahui memiliki manfaat sebagai antioksidan. "Q" mengacu pada keanggotaannya dalam keluarga kuinon sedangkan "10" menggambarkan jumlah unit isoprenoid pada rantai sampingnya. Koenzim Q10 (2,3-dimetoksi-5-metil-6-dekaprenil-1,4-benzokuinon) disintesis dari siklus mevalonat yang diperoleh dari asetil Co-A yang selanjutnya menghasilkan kolesterol, dolichol dan koenzim Q10 sebagai produk akhir. Koenzim Q10 juga dikenal sebagai *ubiquinone* dalam bentuk teroksidasi dan *ubiquinol* dalam bentuk tereduksi. Adapun dosis oral yang direkomendasikan adalah 90 mg hingga 150 mg sehari, namun banyak dokter yang juga merekomendasikan 200 mg hingga 400 mg/hari (Ayunin *et al.*, 2022)



Gambar 1. Struktur *Coenzyme Q10* (AL-Megrin *et al.*, 2020)

Koenzim Q10 berperan penting dalam sintesis ATP sehingga koenzim Q10 juga memainkan peran penting dalam bioenergi mitokondria, bekerja pada semua sel organisme dan dengan demikian penting untuk kesehatan. Karena sifat redoksnya, ia berguna untuk netralisasi spesies oksigen reaktif atau radikal bebas. Koenzim Q10 merupakan satu-satunya antioksidan larut lipid yang disintesis secara endogen yang dapat berpartisipasi dalam reaksi redoks, bekerja pada pencegahan kerusakan DNA dan protein serta peroksidasi lipid, secara tidak langsung menstabilkan saluran kalsium dengan mencegah kelebihan kalsium. Koenzim Q10 banyak ditemukan di hewan yang digunakan sebagai sumber protein seperti daging sapi, ayam, domba, dan ikan. Hal ini juga ditemukan dalam sayuran seperti brokoli, bayam, kedelai, minyak sawit, kanola, kacang-kacangan, dan polong-polongan, serta buah-buahan seperti stroberi, jeruk, dan apel. Koenzim Q10 menunjukkan kelarutan yang rendah dalam air (0,193 µg/mL) namun larut dalam pelarut organik seperti etanol dan dimetil formamida dengan berat molekul sebesar 863,36 g/mol dan lipofilisitas tinggi dengan nilai log P 21 dan koenzim Q10 juga mudah terurai saat terkena cahaya langsung (AL-Megrin *et al.*, 2020; Ayunin *et al.*, 2022).

Fungsi koenzim Q10 sebagai antioksidan diantaranya yaitu: melawan radikal bebas, salah satu peran utama CoQ10 sebagai antioksidan adalah kemampuannya untuk menangkal radikal bebas. Radikal bebas adalah molekul yang tidak stabil yang dapat merusak sel-sel tubuh, DNA, dan komponen seluler lainnya, yang pada gilirannya dapat menyebabkan penuaan dini dan penyakit kronis seperti kanker, diabetes, dan penyakit jantung. CoQ10 bekerja dengan cara mengikat radikal bebas ini, mengurangi potensi kerusakan yang ditimbulkan; perlindungan terhadap mitokondria, Karena CoQ10 terlibat langsung dalam rantai transportasi elektron di mitokondria (organel penghasil energi sel), ia juga membantu melindungi mitokondria dari stres oksidatif. Stres oksidatif yang berlebihan dapat merusak mitokondria, yang pada gilirannya bisa mengganggu fungsi sel dan meningkatkan

peradangan. Dengan mendukung kesehatan mitokondria, CoQ10 berperan penting dalam menjaga keseimbangan energi seluler dan melindungi tubuh dari kerusakan; meningkatkan kesehatan, CoQ10 sering dipelajari dalam kaitannya dengan kesehatan jantung, terutama karena jantung adalah organ yang sangat bergantung pada energi untuk berfungsi. Sebagai antioksidan, CoQ10 membantu melindungi pembuluh darah dan jantung dari kerusakan oksidatif yang dapat berkontribusi pada penyakit jantung. CoQ10 juga dapat meningkatkan aliran darah dan membantu menurunkan tekanan darah; anti penuaan, Penuaan adalah proses yang dipengaruhi oleh stres oksidatif. Koenzim Q10 dapat membantu memperlambat proses ini dengan mengurangi kerusakan akibat radikal bebas pada kulit dan jaringan tubuh lainnya. Beberapa studi menunjukkan bahwa suplementasi CoQ10 dapat meningkatkan elastisitas kulit dan mengurangi munculnya kerutan (Ayunin *et al.*, 2022)

Rute Pemberian, Bentuk Sediaan dan Dosis Koenzim Q10

Koenzim Q10 dapat diberikan melalui beberapa rute pemberian seperti oral, topikal dan intravena. Rute oral merupakan rute pemberian yang paling umum digunakan dalam pemberian suplementasi koenzim Q10, rute topikal biasanya digunakan oleh beberapa produk kosmetik yang menggunakan koenzim Q10 untuk perawatan kulit dan dalam beberapa kasus medis tertentu koenzim Q10 dapat diberikan secara intravena untuk terapi. Koenzim Q10 tersedia dalam berbagai bentuk sediaan yang akan mempengaruhi bioavailabilitas dan kemudahan penggunaannya. Koenzim Q10 tersedia dalam bentuk kapsul dan tablet, bentuk sediaan ini merupakan bentuk paling umum. Kapsul atau tablet koenzim Q10 sering kali mengandung bentuk *ubiquinone* atau ubiquinol; *softgel*, beberapa produk koenzim Q10 dalam bentuk *softgel* mengandung minyak yang membantu meningkatkan penyerapan, karena koenzim Q10 larut dalam lemak; sirup dan cairan, bentuk cair digunakan dalam suplementasi anak-anak atau pasien yang kesulitan menelan kapsul; topikal, koenzim Q10 sering ditemukan dalam bentuk krim dan serum yang dirancang untuk memberikan perlindungan antioksidan.

Koenzim Q10 umumnya diberikan secara oral dalam bentuk suplemen, meskipun dapat juga diberikan dalam bentuk suntikan untuk pengobatan tertentu di bawah pengawasan medis. Rute pemberian yang paling umum adalah oral karena mudah diakses dan relatif aman untuk penggunaan jangka panjang. Menurut literatur (Raizner, 2019) koenzim Q10 tersedia dalam berbagai bentuk sediaan untuk rute pemberian oral seperti tablet, kapsul berisi serbuk, dan suspensi minyak dalam kapsul lunak (*softgel*). Karena sifatnya yang lipofilik, absorpsi koenzim Q10 lebih baik jika dikonsumsi bersama makanan berlemak dan bentuk ubiquinol lebih mudah diserap dibandingkan *ubiquinone*. Efek samping dari koenzim Q10 sendiri yaitu mual, diare, pusing dan dispepsia. Adapun dosis umum yang biasa digunakan sebagai suplemen yaitu 30 mg hingga 600 mg per kapsul. Untuk tujuan terapi jantung sebesar 100 hingga 400 mg per hari dan untuk kondisi neurodegeneratif (misalnya parkinson) 600 hingga 3000 mg per hari. Dalam literatur tersebut juga disebutkan bahwa koenzim Q10 dapat bermanfaat dalam mengatasi *Statin-Associated Muscle Symptoms* (SAMS) yang merupakan efek samping dari obat statin yang dapat menyebabkan nyeri otot, kram dan kelemahan, dosis yang biasa digunakan yaitu 200 mg dua kali sehari.

Kapsul atau tablet merupakan bentuk sediaan yang paling umum digunakan. Tablet biasanya lebih murah, sementara kapsul menawarkan penyerapan yang lebih baik karena dapat mengandung bahan pengikat yang melindungi koenzim Q10 dari degradasi sebelum mencapai saluran pencernaan. Bentuk sediaan *softgel* mengandung minyak dan membantu meningkatkan kelarutan koenzim Q10 yang lipofilik sehingga dapat meningkatkan bioavailabilitasnya. *Softgel* ini seringkali lebih mudah diserap oleh tubuh. Sedangkan untuk bentuk sediaan berupa cairan mampu memberikan penyerapan yang lebih cepat dan lebih tinggi karena produk cair cenderung diserap lebih baik oleh tubuh (Raizner, 2019).

Adapun dosis penggunaan koenzim Q10 sangat dipengaruhi oleh tujuan penggunaan. Orang yang ingin meningkatkan energi atau mencegah penuaan mungkin hanya membutuhkan dosis rendah hingga sedang. Sebaliknya, apabila tujuan mengonsumsi koenzim Q10 untuk kondisi medis serius seperti gagal jantung atau mengurangi efek samping statin mungkin membutuhkan dosis yang lebih tinggi. Setiap orang merespon suplemen dengan cara yang berbeda, tergantung pada metabolisme individu, gaya hidup, pola makan, dan faktor genetik. Beberapa orang mungkin merasakan manfaat dari dosis rendah, sementara yang lain mungkin membutuhkan dosis yang lebih tinggi untuk melihat perubahan yang signifikan. Oleh karena itu, dosis optimal bisa bervariasi antara individu (Raizner, 2019).

Pemberian koenzim Q10 secara intravena dapat meningkatkan efektivitas kerjanya karena memungkinkan peningkatan konsentrasi koenzim Q10 secara cepat dalam jaringan yang mengalami iskemia. Sebuah penelitian pada hewan menunjukkan bahwa injeksi koenzim Q10 IV secara signifikan mengurangi luas area infark pada jantung dan otak. Injeksi koenzim Q10 menurunkan ukuran area nekrosis hingga 57% dan meningkatkan fungsi jantung pasca serangan. Selain itu, injeksi koenzim Q10 juga dapat mengurangi volume infark otak hingga 67% dalam 24 jam pertama dan dapat meningkatkan fungsi neurologis dan mengurangi tingkat kematian pada hewan percobaan. Namun saat ini tidak ada formulasi koenzim Q10 IV yang disetujui untuk penggunaan klinis sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan formulasi koenzim Q10 IV yang stabil dan efektif (*Kalenikova et al.*, 2024).

Sebuah penelitian yang dilakukan oleh (Knott *et al.*, 2019) pada 73 sukarelawan wanita sehat (20-66 tahun) dengan desain terkontrol dan acak dimana pada penelitian ini digunakan 2 formula yaitu formula 1 krim yang mengandung 348 mM koenzim Q10 dan formula 2 serum yang mengandung 870 mM koenzim Q10. Penggunaan produk dilakukan dua kali sehari selama 2 minggu. Pengukuran dilakukan dengan HPLC-MS/MS untuk menilai kadar koenzim Q10 dalam kulit. Setelah 14 hari aplikasi, kadar koenzim Q10 meningkat baik di permukaan kulit maupun epidermis dalam. Peningkatan lebih besar terjadi pada formula 2 dibandingkan formula 1. Pada kulit yang mengalami stres oksidatif tinggi, aplikasi koenzim Q10 menurunkan kadar radikal bebas dan meningkatkan kapasitas antioksidan. Hal ini menunjukkan bahwa koenzim Q10 topikal dapat melindungi kulit dari stres lingkungan seperti paparan sinar UV dan polusi.

Selain itu, sudah mulai banyak dikembangkan sistem penghantaran untuk koenzim Q10 dengan tujuan meningkatkan bioavailabilitasnya di dalam tubuh seperti sistem penghantaran teknologi nanopartikel menggunakan nanosuspensi dan nanoliposom untuk meningkatkan kelarutan dan penyerapan dalam tubuh, sistem emulsifikasi seperti *Self-Emulsifying Drug Delivery Systems* (SEDDS), untuk meningkatkan pelarutan dalam saluran pencernaan, dispersi padat dengan menggunakan polimer untuk meningkatkan pelepasan koenzim Q10 dalam tubuh dan kompleksasi siklodekstrin untuk meningkatkan kelarutan dan stabilitas koenzim Q10 (Zaki, 2016)..

D. Kesimpulan

Koenzim Q10 (CoQ10) dapat diberikan melalui oral, topikal, dan intravena, dengan masing-masing rute memiliki efektivitas berbeda. Pemberian oral adalah yang paling umum, dengan bentuk sediaan seperti tablet, kapsul, *softgel*, dan cairan, di mana ubiquinol lebih mudah diserap dibandingkan *ubiquinone*. Aplikasi topikal koenzim Q10 terbukti meningkatkan kadar koenzim Q10 di epidermis, mengurangi radikal bebas, dan melindungi kulit dari stres oksidatif serta penuaan akibat UV dan polusi. Pemberian intravena menunjukkan potensi dalam mengurangi kerusakan akibat infark jantung dan otak, tetapi belum tersedia formulasi klinis yang disetujui. Dosis yang biasa digunakan beragam mulai dari 30 mg hingga 3000 mg. Untuk meningkatkan bioavailabilitas, teknologi nanopartikel, sistem emulsifikasi, dan dispersi padat terus dikembangkan. Dengan manfaatnya yang luas, koenzim Q10 berperan penting dalam suplementasi kesehatan dan perawatan kulit serta berpotensi besar dalam industri farmasi dan kosmetik.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Prodi Farmasi Universitas Islam Bandung yang telah memberikan dukungan dan fasilitas dalam penyusunan jurnal ini. Penulis juga berterimakasih kepada dosen pembimbing atas bimbingan dan arahan dalam proses penyusunan jurnal serta untuk semua pihak yang membantu dalam proses pembuatan jurnal ini.

Daftar Pustaka

Muhammad Adliansyah Prawiratama Hidayat, & Miswar Fattah. (2022). Kajian Pengaruh Polimorfisme CYP4F2 rs2108622 terhadap Pemberian Dosis Warfarin. *Jurnal Riset Farmasi*, 81–88. <https://doi.org/10.29313/jrf.v2i2.1171>

- Muhammad Khalid Anshari, & Bertha Rusdi. (2022). Studi Literatur Senyawa Aktif Antibakteri dari Ekstrak Daun Salam Koja (*Murraya koenigii* (Linn) Spreng). *Jurnal Riset Farmasi*, 1(2), 156–165. <https://doi.org/10.29313/jrf.v1i2.571>
- Adeoye, A. O., Olanlokun, J. O., Porta, D. J., Akinyelu, J. O., Rivoira, M. A., & Garcia, N. H. (2024). Antioxidative Potential and Activity of Potassium Polyacrylate and Coenzyme Q10 on Rat Hepatic Mitochondrial Permeability Transition Pores. *Archives of Razi Institute*, 79(4), 805–814. <https://doi.org/10.32592/ARI.2024.79.4.805>
- AL-Megrin, W. A., Soliman, D., Kassab, R. B., Metwally, D. M., Dina, D. M., & El-Khadragy, M. F. (2020). Coenzyme Q10 Activates the Antioxidant Machinery and Inhibits the Inflammatory and Apoptotic Cascades Against Lead Acetate-Induced Renal Injury in Rats. *Frontiers in Physiology*, 11(February), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00064>
- Anggarani, A. M., Ilmiah, M., & Nasyaya Mahfudhah, D. (2023). Antioxidant Activity of Several Types of Onions and Its Potensial as Health Supplements. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 12(1), 103–111. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>
- Arief, H., & Widodo, M. A. (2018). Peranan Stres Oksidatif pada Proses Penyembuhan Luka. *Jurnal Ilmiah Kedokteran Wijaya Kusuma*, 5(2), 22. <https://doi.org/10.30742/jikw.v5i2.338>
- Ayunin, Q., Miatmoko, A., Soeratri, W., Erawati, T., Susanto, J., & Legowo, D. (2022). Improving the anti-ageing activity of coenzyme Q10 through protransfersome-loaded emulgel. *Scientific Reports*, 12(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-04708-4>
- Draelos, Z. D. (2022). *Cosmetic Dermatology: Products and Procedures*. In Wiley Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781119676881.ch31>
- Fadlilah, A. R., & Lestari, K. (2023). Review : Peran Antioksidan Dalam Imunitas Tubuh. *Farmaka*, 21(2), 171–178.
- Gulcin, İ. (2020). Antioxidants and antioxidant methods: an updated overview. In *Archives of Toxicology* (Vol. 94, Issue 3). <https://doi.org/10.1007/s00204-020-02689-3>
- Kalenikova, E. I., Gorodetskaya, E. A., Povarova, O. V., & Medvedev, O. S. (2024). Prospects of Intravenous Coenzyme Q10 Administration in Emergency Ischemic Conditions. *Life*, 14(1), 1–16. <https://doi.org/10.3390/life14010134>
- Knott, A., Achterberg, V., Smuda, C., Mielke, H., Sperling, G., Dunckelmann, K., Vogelsang, A., Krüger, A., Schwengler, H., Behtash, M., Kristof, S., Diekmann, H., Eisenberg, T., Berroth, A., Hildebrand, J., Siegner, R., Winnefeld, M., Teuber, F., Fey, S., ... Blatt, T. (2019). Topical treatment with coenzyme Q10-containing formulas improves skin's Q10 level and provides antioxidative effects. *BioFactors*, 41(6), 383–390. <https://doi.org/10.1002/biof.1239>
- Leyane, T. S., Jere, S. W., & Houreld, N. N. (2022). Oxidative Stress in Ageing and Chronic Degenerative Pathologies: Molecular Mechanisms Involved in Counteracting Oxidative Stress and Chronic Inflammation. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(13). <https://doi.org/10.3390/ijms23137273>
- Raizner, A. (2019). Coenzyme Q-10. *Methodist Debakey Cardiovasc J*, 15(3), 185–191. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6822644/pdf/i1947-6094-15-3-185.pdf>

- Samimi, F., Namiranian, N., Sharifi-Rigi, A., Siri, M., Abazari, O., & Dastghaib, S. (2024). Coenzyme Q10: A Key Antioxidant in the Management of Diabetes-Induced Cardiovascular Complications- An Overview of Mechanisms and Clinical Evidence. *International Journal of Endocrinology*, 2024. <https://doi.org/10.1155/2024/2247748>
- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M. T. D., Mazur, M., & Telser, J. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *International Journal of Biochemistry and Cell Biology*, 39(1), 44–84. <https://doi.org/10.1016/j.biocel.2006.07.001>
- Zaki, N. M. (2016). Strategies for oral delivery and mitochondrial targeting of CoQ10. *Drug Delivery*, 23(6), 1868–1881. <https://doi.org/10.3109/10717544.2014.993>