

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Vitamin C atau asam askorbat merupakan salah satu vitamin larut air yang memiliki peranan penting dalam menjaga berbagai fungsi fisiologis tubuh. Vitamin ini berfungsi sebagai antioksidan yang mampu menangkap dan menetralkan radikal bebas sehingga dapat melindungi sel dari kerusakan oksidatif. Selain itu, vitamin C berperan dalam sintesis kolagen, pembentukan jaringan ikat, penyembuhan luka, metabolisme zat besi, serta membantu meningkatkan sistem imun tubuh. Kebutuhan vitamin C harus dipenuhi dari luar tubuh karena manusia tidak memiliki enzim L-gulonolakton oksidase yang diperlukan untuk mensintesis asam askorbat secara endogen. Oleh karena itu, konsumsi vitamin C melalui makanan maupun suplemen menjadi penting untuk menjaga kesehatan dan mencegah terjadinya defisiensi vitamin C (1).

Seiring meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap kesehatan, penggunaan suplemen vitamin C semakin banyak dilakukan. Vitamin C tersedia dalam berbagai bentuk sediaan, seperti tablet, kapsul, sirup, effervescent, dan serbuk sachet. Di antara berbagai bentuk sediaan tersebut, serbuk sachet menjadi salah satu pilihan yang cukup populer karena mudah dikonsumsi, praktis dibawa, serta memiliki fleksibilitas dalam penggunaan. Sediaan serbuk juga umumnya lebih cepat larut dalam air sehingga lebih mudah dikonsumsi dibandingkan beberapa bentuk sediaan lainnya. Meskipun demikian, keberhasilan suatu produk vitamin C tidak hanya ditentukan oleh kandungan awal zat aktif yang terdapat di dalamnya, tetapi juga oleh kemampuannya mempertahankan stabilitas selama penyimpanan hingga produk tersebut dikonsumsi oleh pengguna.

Stabilitas merupakan salah satu aspek penting dalam mutu suatu produk farmasi. Produk yang tidak stabil dapat mengalami perubahan fisik, kimia, maupun mikrobiologi yang berpotensi menurunkan kualitas dan efektivitasnya. Pada produk yang mengandung vitamin C, masalah stabilitas menjadi perhatian utama karena asam askorbat termasuk senyawa yang relatif labil dan mudah mengalami degradasi. Penurunan kadar asam askorbat selama penyimpanan dapat menyebabkan jumlah

vitamin yang diterima oleh konsumen menjadi lebih rendah dibandingkan kadar yang tercantum pada label produk. Kondisi tersebut dapat memengaruhi efektivitas produk dalam memenuhi kebutuhan vitamin C harian.

Secara kimia, asam askorbat memiliki sifat reduktor yang kuat sehingga mudah mengalami oksidasi. Proses degradasi asam askorbat umumnya diawali dengan pembentukan dehidroaskorbat (*dehydroascorbic acid*). Senyawa ini masih memiliki aktivitas biologis sebagai vitamin C, namun bersifat tidak stabil dan dapat mengalami degradasi lanjutan menjadi 2,3-diketogulonic acid serta berbagai produk degradasi lainnya yang tidak lagi memiliki aktivitas vitamin C. Reaksi degradasi tersebut dapat dipercepat oleh berbagai faktor lingkungan seperti suhu, kelembapan, oksigen, cahaya, pH, dan keberadaan ion logam tertentu. Oleh karena itu, pengendalian kondisi penyimpanan menjadi faktor penting dalam mempertahankan kadar asam askorbat selama masa simpan produk (2).

Di antara berbagai faktor yang memengaruhi stabilitas asam askorbat, suhu merupakan salah satu faktor yang paling berpengaruh. Peningkatan suhu dapat meningkatkan energi kinetik molekul sehingga mempercepat terjadinya reaksi kimia, termasuk reaksi oksidasi dan degradasi asam askorbat. Berdasarkan teori Arrhenius, kenaikan suhu akan meningkatkan konstanta laju reaksi sehingga proses degradasi berlangsung lebih cepat. Akibatnya, kadar asam askorbat dalam produk dapat mengalami penurunan yang signifikan apabila disimpan pada suhu yang tidak sesuai. Kondisi ini menjadi perhatian khusus karena selama proses distribusi dan penyimpanan, produk dapat terpapar berbagai kondisi suhu yang berbeda-beda.

Penelitian yang dilakukan oleh Yin et al. (2022) menunjukkan bahwa asam askorbat mengalami penurunan stabilitas seiring meningkatnya suhu penyimpanan akibat percepatan reaksi oksidatif. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa suhu yang lebih tinggi menyebabkan laju degradasi vitamin C meningkat sehingga kandungan vitamin C yang tersisa menjadi lebih rendah (3). Temuan serupa dilaporkan oleh Chiczewski et al. (2025) yang menyatakan bahwa peningkatan suhu penyimpanan mempercepat degradasi asam askorbat pada sediaan nutrisi parenteral. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa suhu merupakan salah satu parameter kritis yang perlu dikendalikan untuk mempertahankan kestabilan vitamin C selama penyimpanan (4).

Selain suhu tinggi, kondisi penyimpanan dingin juga tidak selalu menjamin

stabilitas vitamin C yang optimal. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa asam askorbat tetap dapat mengalami degradasi pada suhu refrigerasi apabila kondisi penyimpanan tidak dikendalikan dengan baik. Luo et al. (2024) melaporkan bahwa vitamin larut air, termasuk asam askorbat, masih menunjukkan ketidakstabilan pada rentang suhu 2-8°C (5). Penelitian tersebut menegaskan bahwa faktor lain seperti kelembapan, paparan oksigen, serta kondisi pre-analitik turut memengaruhi stabilitas vitamin C selama penyimpanan. Dengan demikian, hubungan antara suhu penyimpanan dan kestabilan asam askorbat tidak selalu bersifat sederhana dan masih perlu dikaji lebih lanjut.

Karakteristik bentuk sediaan juga berperan dalam menentukan stabilitas asam askorbat. Pada bentuk larutan, molekul asam askorbat berada dalam keadaan terdispersi sehingga lebih mudah berinteraksi dengan oksigen maupun faktor lingkungan lainnya. Sebaliknya, pada bentuk padat atau serbuk, mobilitas molekul relatif lebih rendah sehingga laju degradasi cenderung berlangsung lebih lambat. Penelitian Yang et al. (2022) menunjukkan bahwa vitamin C dalam formula enteral berbentuk serbuk memiliki stabilitas yang baik pada suhu ruang yang terkendali. Hasil tersebut menunjukkan bahwa bentuk sediaan dapat memengaruhi respons asam askorbat terhadap kondisi penyimpanan tertentu (6).

Permasalahan stabilitas vitamin C menjadi semakin penting mengingat banyak produk vitamin C komersial yang disimpan dalam kondisi lingkungan yang bervariasi. Selama proses distribusi, produk dapat mengalami paparan suhu tinggi akibat kondisi transportasi, penyimpanan di gudang, maupun penyimpanan oleh konsumen setelah produk dibeli. Apabila kondisi tersebut menyebabkan degradasi asam askorbat, maka kadar vitamin C yang dikonsumsi dapat berbeda dari kadar yang tertera pada kemasan. Oleh karena itu, diperlukan pengujian yang mampu menggambarkan pengaruh suhu penyimpanan terhadap kadar asam askorbat dalam produk komersial.

Untuk mengevaluasi perubahan kadar asam askorbat akibat variasi suhu penyimpanan, diperlukan metode analisis yang memiliki sensitivitas, akurasi, dan selektivitas yang baik. Berbagai metode telah digunakan untuk analisis vitamin C, seperti titrasi iodimetri, spektrofotometri UV-Vis, dan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (HPLC). Metode titrasi relatif sederhana dan mudah dilakukan, namun rentan terhadap interferensi dari senyawa pereduksi lain yang terdapat dalam sampel.

Metode spektrofotometri juga sering digunakan karena lebih praktis, tetapi hasil pengukurannya dapat dipengaruhi oleh komponen matriks yang menyerap pada panjang gelombang yang sama dengan analit.

Dibandingkan metode tersebut, HPLC memiliki kemampuan pemisahan yang lebih baik sehingga dapat memberikan hasil yang lebih spesifik dan akurat. Metode ini mampu memisahkan asam askorbat dari senyawa lain yang terdapat dalam matriks sampel sehingga risiko interferensi menjadi lebih kecil. Wu et al. (2023) melaporkan bahwa metode HPLC memiliki sensitivitas yang tinggi dalam penetapan kadar asam askorbat, bahkan pada konsentrasi yang relatif rendah (7). Selain itu, penelitian Supriatna dan Rismaya (2024) menunjukkan bahwa HPLC mampu digunakan untuk memantau perubahan kadar vitamin C akibat perlakuan suhu secara akurat dan konsisten (8).

Meskipun HPLC dikenal sebagai metode yang andal, metode analisis yang digunakan tetap harus divalidasi sebelum diterapkan pada penelitian. Validasi metode bertujuan untuk memastikan bahwa metode yang digunakan mampu menghasilkan data yang valid, akurat, presisi, dan dapat dipercaya. Parameter validasi yang umum digunakan meliputi linearitas, presisi, akurasi, batas deteksi, batas kuantifikasi, dan kesesuaian sistem. Tanpa proses validasi, hasil analisis yang diperoleh dapat diragukan keandalannya sehingga interpretasi hasil penelitian menjadi kurang kuat secara ilmiah.

Berdasarkan berbagai penelitian yang telah dilakukan, sebagian besar studi berfokus pada stabilitas vitamin C dalam produk pangan, sediaan cair, maupun sistem penghantaran tertentu. Namun, penelitian mengenai pengaruh variasi suhu penyimpanan terhadap kadar asam askorbat pada sediaan serbuk vitamin C komersial menggunakan metode HPLC yang telah divalidasi masih relatif terbatas. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang secara khusus mengevaluasi pengaruh penyimpanan pada suhu 2°C, 25°C, dan 60°C terhadap kadar asam askorbat dalam sediaan serbuk vitamin C komersial.

Dengan demikian, penelitian ini dilakukan untuk memvalidasi metode HPLC yang digunakan dalam penetapan kadar asam askorbat serta mengevaluasi pengaruh variasi suhu penyimpanan terhadap kadar asam askorbat pada sediaan serbuk vitamin C komersial. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai stabilitas asam askorbat pada berbagai kondisi suhu penyimpanan

serta menjadi referensi dalam upaya menjaga mutu, kestabilan, dan efektivitas produk vitamin C selama distribusi maupun penyimpanan.

1.2. Rumusan Masalah

1. Apakah parameter validasi metode memenuhi persyaratan yang ditetapkan?
2. Apakah variasi suhu penyimpanan berpengaruh terhadap kadar asam askorbat pada sachet bubuk vitamin C komersial?

1.3. Tujuan

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mengetahui pengaruh variasi suhu penyimpanan terhadap kadar asam askorbat pada sachet bubuk vitamin C komersial menggunakan metode HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*).

1.3.2. Tujuan Khusus

1. Mengetahui kesesuaian parameter validasi metode terhadap persyaratan yang ditetapkan
2. Mengetahui pengaruh variasi suhu penyimpanan terhadap kadar asam askorbat

1.4. Manfaat

1.4.1. Bagi Peneliti

1. Menambah keterampilan praktis dalam menggunakan HPLC dan memahami faktor yang memengaruhi stabilitas vitamin C.
2. Meningkatkan kemampuan analisis, berpikir ilmiah, dan pemecahan masalah selama proses penelitian.
3. Melatih kemampuan komunikasi dalam menyusun dan menyampaikan hasil penelitian.

1.4.2. Bagi Institusi

1. Mendukung peningkatan kualitas pendidikan dan penelitian di bidang analisis farmasi.
2. Mengembangkan pengetahuan serta penerapan teknologi analisis instrumental seperti HPLC.
3. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dan meningkatkan reputasi

institusi.

1.4.3. Bagi Masyarakat

1. Memberikan informasi tentang cara penyimpanan sediaan vitamin C yang tepat agar stabilitasnya terjaga. Meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya memperhatikan faktor lingkungan terhadap kestabilan sediaan.
2. Menjadi sumber pengetahuan dalam menjaga mutu dan efektivitas produk vitamin C.

1.5. Ruang Lingkup

Penelitian ini dibatasi pada analisis kadar asam askorbat dalam sediaan vitamin C berbentuk serbuk sachet komersial yang berasal dari satu merek dan satu nomor batch produksi. Penelitian difokuskan pada pengaruh variasi suhu penyimpanan terhadap kadar asam askorbat setelah penyimpanan selama 20 hari pada suhu $2 \pm 1^\circ\text{C}$, $25 \pm 1^\circ\text{C}$, dan $60 \pm 1^\circ\text{C}$.

Penetapan kadar asam askorbat dilakukan menggunakan metode High Performance Liquid Chromatography (HPLC) dengan detektor UV pada panjang gelombang 242 nm. Validasi metode yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi parameter linearitas, selektivitas, batas deteksi (LOD), batas kuantifikasi (LOQ), presisi, dan akurasi.

Penelitian ini tidak membahas pengaruh faktor lain yang dapat memengaruhi stabilitas asam askorbat, seperti kelembapan, paparan cahaya, jenis kemasan, keberadaan oksigen, maupun variasi formulasi antar merek produk. Selain itu, penelitian ini tidak mengevaluasi kinetika degradasi asam askorbat maupun identifikasi produk degradasi yang terbentuk selama penyimpanan.