

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Etanol

1. Pengertian Etanol

Etanol atau etil alkohol adalah senyawa kimia organik dengan rumus kimia C_2H_5OH berupa cairan tak berwarna, mudah menguap, dan mudah terbakar. Etanol dihasilkan melalui fermentasi bahan organik yang kaya akan gula dan pati menggunakan mikroorganisme, seperti ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) atau melalui reaksi kimia. Etanol adalah jenis alkohol yang paling umum, digunakan dalam minuman beralkohol, serta bahan bakar dan pelarut industri (Anggraini et al., 2017).

Alkohol merupakan kelompok senyawa organik dan gugus hidroksil (-OH) yang terikat pada atom karbon, yang membuat alkohol mudah larut dalam air maupun pelarut organik. Beberapa contoh alkohol antara lain metanol (CH_3OH), etanol (C_2H_5OH), dan propanol (C_3H_7OH), masing-masing memiliki karakteristik fisik, kimia, dan fungsi yang berbeda. Metanol bersifat beracun dan tidak dapat dikonsumsi langsung maupun tidak langsung, sehingga tidak digunakan dalam pengolahan makanan. Etanol merupakan jenis alkohol yang paling sering digunakan terutama dalam minuman beralkohol. (Raharjo, 2017).

2. Minuman Beralkohol

Berdasarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 74 Tahun 2013 tentang Pengendalian dan Pengawasan Minuman Beralkohol,

minuman beralkohol didefinisikan sebagai minuman yang mengandung etil alkohol atau etanol (C_2H_5OH), yang diperoleh melalui proses fermentasi atau distilasi dari bahan pertanian yang mengandung karbohidrat.

Minuman beralkohol dibagi menjadi tiga golongan, yaitu:

- a. Golongan A, yaitu minuman dengan kadar etanol hingga 5% (lima persen);
- b. Golongan B, yaitu minuman dengan kadar etanol di atas 5% sampai dengan 20% (dua puluh persen);
- c. Golongan C, yaitu minuman dengan kadar etanol lebih dari 20% hingga 55% (lima puluh lima persen).

B. Pengolahan Minuman Beralkohol Tradisional (Sopi)

Pembuatan sopi tradisional melibatkan dua proses utama yaitu fermentasi dan destilasi.

1. Fermentasi

Pada tahap fermentasi bahan baku pembuatan sopi adalah nira dari sari pati bunga lontar (*Borassus flabellifer*). (Asbanu & Kasseh, 2021) Proses pertama adalah fermentasi, yang dimulai dengan pengumpulan nira dari pohon lontar atau aren. Nira tersebut difermentasi dengan penambahan ragi untuk mengubah gula menjadi etanol. Pada proses ini, mikroorganisme akan mengubah karbohidrat dalam nira menjadi alkohol, dengan hasil fermentasi yang memiliki kadar alkohol sekitar 4-8%. Lama waktu fermentasi dapat mempengaruhi hasil akhir kadar alkohol yang terbentuk, dimana semakin

lama waktu fermentasi, semakin tinggi kadar etanol yang dihasilkan (Ceunfin et al., 2021).

2. Destilasi

Destilasi dilakukan untuk memisahkan alkohol dengan zat air lainnya dengan tujuan agar minuman alkohol yang dihasilkan memiliki kadar alkohol yang lebih tinggi. Proses pemisahan komponen berdasarkan perbedaan titik didih, yang diawali dengan pemanasan bahan baku hasil fermentasi hingga mencapai suhu tertentu sehingga terjadi penguapan. Uap yang terbentuk kemudian diarahkan melalui kondensor atau alat penukar panas bersuhu rendah untuk mengalami proses pendinginan. Pendinginan ini menyebabkan uap mengembun dan berubah kembali menjadi fase cair berupa etanol. Produk hasil distilasi ini umumnya memiliki konsentrasi etanol yang lebih tinggi dibandingkan hasil fermentasi awal. (Pamungkas, 2023).

C. Dampak Konsumsi Alkohol

Tabel 2. 1. Dampak Konsumsi Alkohol

BAC (%)	Efek
0,02-0,03	Mengalami sedikit perasaan euforia disertai penurunan kontrol terhadap rasa malu, namun efek depresan belum terlihat secara signifikan.
0,04-0,06	Individu mengalami perasaan segar dan rileks, disertai dengan penurunan kemampuan dalam mengendalikan diri. Tubuh merasakan sensasi hangat, muncul perasaan euforia, serta terdapat sedikit gangguan pada fungsi memori jangka pendek
0,06-0,09	Sedikit gangguan pada keseimbangan berbicara, penglihatan, waktu bereaksi dan pendengaran. Euforia, berkurangnya pengendalian diri dan pengambilan keputusan. Kewaspaan dan

	ingatan terganggu. Beberapa negara tidak diijinkan untuk mengendarai kendaraan bermotor.
0,10-0,125	gangguan yang signifikan pada koordinasi motorik, disertai dengan penurunan kemampuan dalam mengambil keputusan secara rasional. Kemampuan berbicara menjadi tidak terkoordinasi, keseimbangan tubuh menurun, serta terjadi perlambatan waktu reaksi dan penurunan fungsi pendengaran. Kondisi ini juga ditandai dengan perasaan euforia. Beberapa negara tidak diperbolehkan untuk mengendarai kendaraan.
0,13-0,15	Penurunan koordinasi motorik secara besar-besaran dan pengurangan kontrol fisik. Terjadi gangguan visual berupa penglihatan kabur serta penurunan signifikan pada kemampuan menjaga keseimbangan tubuh. Respons euforia mulai menurun dan gejala disforia mulai muncul
0,16-0,20	Sensasi ketidaknyamanan fisik menjadi dominan, disertai dengan keluhan mual. Individu menunjukkan perilaku yang tidak terkontrol dan cenderung impulsif atau ceroboh.
0,25	Individu memerlukan bantuan untuk berjalan dan menunjukkan tanda-tanda kebingungan kognitif. Disforia disertai dengan keluhan mual, yang dalam beberapa kasus dapat disertai muntah.
0,30	Keracunan alkohol. Hilang Kesadaran
>0,40	Bisa terjadi koma bahkan meninggal dunia.

Sumber : Sartono 2014

Minuman alkohol bersifat toksik bagi tubuh ,toksisitas alkohol adalah kemampuan alkohol untuk merusak organ tubuh.Proses perusakan terjadi apabila bahan toksik atau metabolit telah mengalami penumpukan di organ. Kerusakan organ sebanding dengan tingginya konsentrasi bahan toksik yang terpapar dalam tubuh (Simanjuntak, 2011).

Dampak dari kebiasaan mengonsumsi minuman beralkohol secara berlebihan dan terus-menerus dapat mengakibatkan gangguan pada

fungsi hati (Noya, 2022). Penyakit hati yang paling banyak terjadi akibat konsumsi alkohol berlebihan antara lain perlemakan hati, alkoholik hepatitis dan sirosis hati. Metabolisme alkohol di dalam hati dapat menyebabkan peningkatan pada produksi radikal bebas yang dapat merusak sel-sel hati. Reaksi antara alkohol, H_2O_2 , dan zat-zat lain yang reaktif dapat menghasilkan senyawa berbahaya bernama radikal hidroksietil, yang bisa merusak jaringan hati. (Khusuma, 2020). Selain itu konsumsi minuman beralkohol juga dapat menekan susunan saraf pusat secara tidak teratur, kondisi ini biasanya dipengaruhi oleh dosis yang dikonsumsi. Alkohol dalam jumlah akut dapat menyebabkan edema pada otak dan saluran gastrointestinal, selain kerusakan hati, alkohol juga berbahaya pada pankreas, otot, darah, jantung (Simanjuntak, 2011).

Dari segi sosial, biasanya orang yang mengonsumsi minuman beralkohol berlebihan mabuk merusak tatanan sosial masyarakat, Kemampuan mental mengalami hambatan, yaitu gangguan untuk memusatkan perhatian dan daya ingat terganggu, tidak mampu mengendalikan diri sehingga banyak kecelakaan akibat mengendarai dalam keadaan mabuk (Nanik & Sayekti, 2018).

D. Toksikinetika Alkohol

1. Absorpsi dan distribusi

Alkohol diserap dalam jumlah kecil melalui mukosa mulut dan lambung, namun sebagian besar penyerapannya terjadi di usus halus, dengan sebagian kecil lainnya diserap di kolon. Penyerapan alkohol lebih

mudah terjadi saat lambung kosong, karena pH asam pada lambung dapat meningkatkan risiko iritasi yang berpotensi menyebabkan penyakit maag. Alkohol setelah diserap didistribusikan melalui darah ke seluruh jaringan tubuh. Sekitar 90-98% alkohol yang diserap akan mengalami proses oksidasi di dalam tubuh (Tritama, 2015).

Alkohol atau etanol memiliki sifat mudah larut dalam tubuh sehingga cepat di serap di dalam saluran pencernaan. Dalam kondisi perut kosong, konsentrasi etanol dalam darah dapat mencapai puncaknya dalam waktu sekitar 30 menit setelah dikonsumsi. Penyerapan alkohol akan berlangsung lambat dan sedikit jika konsumsinya berserta dengan makanan lain (Tritama, 2015).

2. Metabolisme alkohol

Metabolisme etanol dimulai di sel-sel saluran pencernaan, terutama oleh enzim alkohol dehidrogenase (ADH) yang ada di mukosa lambung. Sebagian besar etanol dimetabolisme di hati melalui dua sistem enzim utama, Alkohol dehidrogenase (ADH), yang menjadi jalur metabolisme utama dan Sistem pengoksidasi etanol mikrosomal (MEOS) yang bisa diaktifkan dan memungkinkan tubuh orang yang sering minum alkohol untuk memetabolisme etanol dalam jumlah besar. Ada pun jalur ketiga, yaitu jalur katalase-peroksidase, tetapi kontribusinya sangat kecil pada manusia. Metabolisme di lambung dan hati, konsumsi etanol secara oral menghasilkan kadar etanol darah yang lebih rendah dibandingkan pemberian langsung melalui injeksi (intravena) (Tritama, 2015)

Alkohol dehidrogenase (ADH), mengubah etanol menjadi asetaldehida, diubah menjadi asetat oleh enzim aldehid dehidrogenase. Asetat dapat diubah menjadi asetil-KoA, memasuki Siklus Krebs, membentuk badan keton, atau diubah menjadi asam lemak, asetat juga dapat menjadi aseton. Proses ini melibatkan pengubahan NAD^+ menjadi NADH, yang meningkatkan rasio NADH/NAD^+ dalam sel. Perubahan ini memengaruhi proses metabolisme lain, seperti konversi laktat menjadi piruvat dan produksi glukosa (glukoneogenesis).

Alkohol masuk ke dalam aliran darah, tubuh mulai mengeliminasi alkohol melalui ekskresi dan metabolisme. Sekitar 90%-98% alkohol dimetabolisme di hati menjadi karbon dioksida dan air, sementara sisanya (2%-8%) dikeluarkan melalui paru-paru, urin, air liur, air mata, dan napas. Eliminasi alkohol mengikuti kinetika nol-orde, yang berarti laju eliminasi alkohol tidak tergantung pada jumlah alkohol dalam tubuh. Kadar alkohol dalam darah mencapai puncak, laju eliminasi akan tetap konstan. Kecepatan eliminasi bervariasi pada setiap individu dan dipengaruhi oleh kebiasaan minum alkohol (Rahayu, M., & Solihat, 2019).

E. Pemeriksaan Alkohol dalam tubuh

1. Dalam Darah

Pemeriksaan kadar alkohol dalam darah disarankan menggunakan metode enzimatik dan kromatografi gas. Spesimen yang dianjurkan adalah darah utuh, sedangkan plasma dan serum dapat digunakan dengan

catatan hasil pemeriksaan menggunakan plasma atau serum bila akan dibandingkan dengan *whole blood* yaitu dengan dibagi 1,18 dengan rentang (1,1-1,3). Plasma mengandung lebih banyak air dari pada *whole blood* sehingga kandungan alkoholnya juga lebih tinggi. Metode enzimatik fokus pada oksidasi etanol spesifik menjadi asetaldehid dengan bantuan enzim alkohol dehidrogenase. Proses oksidasi ini memerlukan reduksi nikotinamid adenin dinukleotida (NAD⁺) menjadi NADH (bentuk tereduksi), yang disertai dengan perubahan absoransi yang dapat dipantau menggunakan spektrofotometer. Di sisi lain, metode kromatografi gas merupakan metode yang paling banyak digunakan saat ini. Spesimen yang digunakan adalah 200 µL aliquot darah yang dicampur dengan sodium fluoride dan potasium oksalat. Sodium fluoride berfungsi untuk mencegah dan menghentikan proses degradasi alkohol oleh bakteri, sedangkan potasium oksalat berperan sebagai antikoagulan yang memastikan darah tetap homogen dan tidak terpisah menjadi sel darah merah dan serum. Kromatografi gas sebaiknya dilakukan menggunakan 2 kolom yang berbeda karena penggunaan GCMS jarang untuk memeriksa molekul dengan massa rendah (Rahayu, M., & Solihat, 2019).

Kekurangan pengambilan spesimen darah untuk pemeriksaan alkohol meliputi kebutuhan akan tenaga medis yang dilatih untuk melakukan pengambilan sampel, penggunaan metode kromatografi gas yang memerlukan waktu dan biaya yang cukup tinggi, serta memerlukan

teknisi laboratorium yang memiliki keterampilan khusus. Alkohol dapat terdeteksi dalam spesimen darah hingga 12 jam setelah konsumsi, dengan waktu pendeteksian yang optimal adalah 6 jam setelah minum alkohol.

2. Dalam Napas

Pemeriksaan alkohol dengan spesimen nafas menggunakan alat breathalyzer. Keunggulan pemeriksaan ini yaitu pemeriksaanya yang cepat, tidak invasif dan pengoperasiannya sederhana sehingga bisa dilakukan oleh siapa saja. Kurangnya penggunaan spesimen nafas dalam pemeriksaan alkohol adalah perlunya kalibrasi alat secara berkala untuk memastikan akurasi. Alkohol dapat terdeteksi dalam pernapasan melalui tes breathalyzer hingga 24 jam setelah mengonsumsi alkohol. (Rahayu, M., & Solihat, 2019)

3. Dalam Urine

Analisis dapat dilakukan dengan metode enzimatis dan kromatografi gas. Urin yang dianjurkan adalah urin yang dikeluarkan setelah kira-kira 1 jam setelah urin pertama dikeluarkan. Kekurangan penggunaan spesimen urin untuk pemeriksaan alkohol adalah bahwa konsentrasi alkohol dalam urin tidak memiliki korelasi yang baik dengan kadar alkohol dalam darah, disebabkan oleh pengenceran yang tidak dapat diprediksi dari cairan yang baru saja dikonsumsi. Selain itu, spesimen urin juga rentan terhadap pemalsuan, sehingga diperlukan pengawasan saat pengambilan sampel. Kadar alkohol dapat terdeteksi dalam urin hingga 10-12 jam setelah konsumsi alkohol. (Fadhilah, 2023)

4. Dalam Saliva

Konsentrasi alkohol dalam darah (*Blood Alcohol Concentration BAC*) merupakan indikator langsung tingkat alkohol dalam tubuh dan digunakan untuk berbagai tujuan, seperti kepentingan forensik, keselamatan kerja, pengaturan medis, serta penelitian. Teknik yang paling lazim digunakan untuk analisis kuantitatif alkohol adalah kromatografi gas pada sampel darah utuh. Meskipun demikian, metode ini membutuhkan waktu analisis yang cukup lama, biaya yang tinggi, serta keterampilan laboratorium yang spesifik. Pemeriksaan menggunakan sampel napas mampu memberikan hasil dengan cepat, namun memerlukan kalibrasi rutin dan kerja sama dari subjek, yang bisa menjadi tantangan, khususnya pada pasien yang tidak kooperatif, agresif, atau dalam kondisi tidak sadar. Sebagai solusi alternatif, pengujian alkohol melalui strip saliva (*Alcohol Saliva Test AST*) telah diajukan sebagai metode deteksi kadar alkohol dalam darah melalui kandungan alkohol pada air liur, yang dapat mendukung proses investigasi forensik. Kandungan alkohol dalam saliva dapat terdeteksi dalam rentang waktu 1 hingga 5 hari setelah konsumsi. Saliva memiliki hubungan yang kuat dengan kadar alkohol dalam darah selama dua jam pertama pasca konsumsi, sehingga waktu deteksi yang paling ideal berada pada kisaran 12 hingga 24 jam setelah alkohol dikonsumsi. (Rahayu, M., & Solihat, 2019)

Prinsip kerja alat ini melibatkan reaksi antara etanol dan tetrametilbenzidin (TMB) yang dipicu oleh alkohol oksidase dan peroksidase. Alkohol oksidase mengubah TMB menjadi bentuk berwarna. Perubahan warna menjadi biru atau hijau pada bantalan menunjukkan adanya alkohol dalam air liur. Hasil warna pada sampel bantalan kemudian dibandingkan dengan kartu warna konsentrasi alkohol dalam darah (BAC) untuk menentukan kadar alkohol dalam air liur. Kartu tersebut menunjukkan kadar alkohol sebesar 0,02%; 0,04%; 0,08%; dan 0,3%.

Strip mengandung Tetramethylbenzidine (TMB) 0,12 mg, Alkohol Oksidase 0,5 IU, Peroksidase 0,35 IU dan Protein 0,15 mg. Strip AST didasarkan pada spesifitas tinggi oksidase alkohol (ALOX) untuk etil alkohol dengan adanya substrat peroksidase dan enzim seperti tetramethylbenzidine (TMB) seperti yang ditunjukkan di bawah ini:



Perubahan warna yang berbeda pada pad reaktif dapat terlihat dalam waktu kurang dari 20 detik setelah titiknya diasinkan dengan sampel air liur yang mengandung etil alkohol lebih dari 0,02% (Rahayu, M., & Solihat, 2019). Metode AST menunjukkan reliabilitas dan validitas yang baik untuk estimasi konsentrasi alkohol dalam darah (BAC) secara non-invasif, serta memiliki beberapa keunggulan dibandingkan metode lainnya

Keuntungan metode ini adalah sebagai berikut:

- a. Hasil AST tidak dipengaruhi oleh adanya darah di rongga mulut.
- b. Sifat AST yang non invasif meminimalkan risiko cedera tusuk jarum bagi staf dan tusukan jarum berulang bagi pasien.
- c. AST memberikan penentuan kadar alkohol dalam darah dalam waktu 5 menit.
- d. Biaya AST yang relatif rendah, uji saliva menjadi alternatif yang hemat biaya. (Rao Thokala et al., 2014)