

BAB II TINJUAN PUSTAKA

2.1 Tebu (*Saccharum officinarum*)

Tebu (*Saccharum officinarum*) termasuk dalam keluarga *Poaceae* dan berasal dari daerah tropis basah. Tebu dapat tumbuh dengan baik di daerah subtropika pada berbagai jenis tanah, hingga ketinggian 1.400 meter di atas permukaan laut (dpl). Sebagai tanaman monokotil, tebu dibudidayakan terutama untuk memproduksi gula dan diperbanyak secara vegetatif menggunakan potongan batang (bagal). Saat ini, metode pembibitan dengan mata ruas tunggal dan mata tunas tunggal juga semakin berkembang. Indonesia, dengan iklim tropisnya, sangat cocok untuk pengembangan tanaman tebu (Adrian *et al.*, 2019).

Tebu adalah tanaman semusim yang tumbuh baik di daerah tropis dan subtropis serta menjadi sumber utama bahan baku gula pasir. Di Indonesia, tebu banyak dibudidayakan di pulau Jawa dan Sumatra, baik oleh petani kecil maupun melalui kerjasama dengan pabrik gula. Selain diolah menjadi gula, tebu juga digunakan untuk membuat minuman air tebu yang segar dan banyak dijual di pasar atau pinggir jalan, terutama di kalangan masyarakat menengah ke bawah (Sulistiyanto *et al.*, 2021).

2.1.1 Morfologi Tebu

Tanaman tebu memiliki batang yang lurus dan tidak bercabang, dengan ruas-ruas yang terpisah oleh buku-buku. Setiap buku batang memiliki mata tunas. Diameter batangnya berkisar antara 3 hingga 5 cm dan tingginya bisa mencapai 2 hingga 5 meter. Batangnya berbentuk bulat dan tumbuh tegak, dengan kulit batang yang tebal dan keras serta warna yang bervariasi. Tanaman tebu memiliki akar serabut. Daun tebu terdiri dari pelepah dan beberapa helaian daun yang panjang dan tidak bertangkai, daun tebu memiliki ujung daun yang runcing dan pangkal yang rata. Daun tebu memiliki pertulangan sejajar, permukaan berbulu, tepi yang rata, dan daging daun yang kaku serta berwarna hijau. Pelepah daun memeluk batang dan semakin sempit seiring ke atas. Bunga tebu berupa bunga majemuk yang tersusun dalam beberapa kelompok bunga yang terbatas. (Ardila *et al.*, 2022)

2.1.2 Kandungan Tebu

Air tebu mengandung berbagai macam nutrisi alami yang sangat bermanfaat bagi tubuh, antara lain vitamin B1 yang penting untuk mendukung fungsi saraf dan metabolisme energi, vitamin B2 yang berperan dalam produksi energi dan pemeliharaan kulit serta mata yang sehat, serta vitamin B6 yang diperlukan untuk metabolisme protein dan pembentukan sel darah merah. Selain itu, air tebu juga mengandung vitamin C yang berfungsi sebagai antioksidan dan meningkatkan daya tahan tubuh. Selain vitamin, air tebu kaya akan kandungan sukrosa yang memberikan sumber energi cepat, protein yang penting untuk perbaikan jaringan tubuh, serta kalsium yang mendukung kesehatan tulang dan gigi. Tak hanya itu, air tebu juga mengandung lemak dalam jumlah kecil yang dibutuhkan untuk berbagai fungsi tubuh, serta asam amino yang berperan dalam sintesis protein dan proses metabolisme tubuh yang optimal. Semua nutrisi ini menjadikan air tebu sebagai minuman yang menyehatkan dan memberikan manfaat bagi kesehatan secara keseluruhan (Yulinar *et al.*, 2022).

2.1.3 Manfaat Tebu

Manfaat utama tebu adalah sebagai bahan baku pembuatan gula pasir. Ampas tebu, yang biasa disebut bagase, merupakan produk sampingan dari proses ekstraksi cairan tebu yang berasal dari batang tanaman tebu. Tebu adalah salah satu tanaman yang memberikan manfaat bagi kesehatan dan banyak dibudidayakan di Indonesia. Selain bisa diolah menjadi produk pangan utama, tebu juga dapat langsung dikonsumsi sebagai minuman (Sulistiyanto *et al.*, 2021).

Ekstrak tebu juga mengandung berbagai metabolit sekunder yang bermanfaat bagi kesehatan, seperti antioksidan, antidepresan, dan antiinflamasi, yang dapat membantu menjaga keseimbangan tubuh. Beberapa metabolit sekunder yang terdapat dalam tebu antara lain karbohidrat, protein, alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan senyawa fenolik. Senyawa fenolik, khususnya, dikenal memiliki aktivitas antioksidan yang kuat, yang berfungsi untuk melawan kerusakan sel akibat radikal bebas dalam tubuh, sehingga dapat mencegah berbagai penyakit degeneratif dan memperlambat proses penuaan (Widiawati & Qodri, 2023).

2.1.4 Air Tebu

Air tebu adalah salah satu minuman yang mudah ditemukan di tempat-tempat keramaian. Air tebu yang dijual di pasar maupun di pinggir jalan dengan menggunakan gerobak lengkap dengan mesin khusus pemeras air tebu disajikan dalam gelas atau pun dalam kantong-kantong plastik secara umum. Air tebu yang rasanya manis apalagi dicampur dengan es akan menambah rasa nikmat. Minuman air tebu adalah salah satu minuman yang mudah ditemukan di tempat-tempat keramaian. Air tebu yang dijual di pasar maupun di pinggir jalan dengan menggunakan gerobak lengkap dengan mesin khusus pemeras air tebu disajikan dalam gelas atau pun dalam kantong-kantong plastik secara umum. Air tebu yang rasanya manis apalagi dicampur dengan es akan menambah rasa nikmat minuman air tebu (Sukawaty *et al.*, 2017)

2.1.5 Pembuatan Air Tebu

Pembuatan minuman air tebu diawali dengan pemilihan batang tebu yang segar, manis, dan telah matang, biasanya berumur antara 8 hingga 12 bulan. Tebu yang dipilih harus bebas dari kerusakan seperti busuk, bercak jamur, atau berlubang. Setelah dipilih, tebu dicuci bersih menggunakan air mengalir untuk menghilangkan tanah, debu, dan kotoran lain yang menempel pada permukaannya. Proses pencucian ini penting untuk meminimalisir kontaminasi mikroorganisme. Setelah dicuci, batang tebu dipotong-potong dengan panjang sekitar 20–30 cm agar mudah diproses dalam mesin pemeras. Tebu yang telah dipotong kemudian dimasukkan ke dalam mesin pemeras tebu yang terdiri dari roller baja dan motor penggerak. Mesin ini akan menekan batang tebu hingga menghasilkan sari tebu yang langsung ditampung dalam wadah penampung, sementara ampasnya keluar melalui sisi lain. Sari tebu yang dihasilkan kemudian disaring kembali menggunakan saringan halus untuk menghilangkan sisa serat dan kotoran (Yulinar *et al.*, 2022)



Gambar 2. 1 Minuman Air Tebu

(Dokumentasi Pribadi)

2.2 Bakteri *Shigella dysenteriae*

Shigella dysenteriae adalah bakteri gram negatif, non-motil, dan anaerob fakultatif yang menjadi penyebab utama shigellosis atau disentri basiler, suatu infeksi usus yang menyebabkan diare parah. Bakteri ini menginfeksi saluran pencernaan manusia dan primata, memicu gejala seperti demam, kram perut, serta diare yang dapat bersifat berair atau berdarah (Septi *et al.*, 2024). Secara umum, terdapat empat spesies *Shigella* yang dapat menyebabkan disentri basiler, yaitu *Shigella dysenteriae*, *Shigella flexneri*, *Shigella boydii*, dan *Shigella sonnei*. Gejala yang umumnya muncul pada disentri basiler meliputi diare, adanya lendir dan darah pada tinja, nyeri perut, serta tenesmus (Chrismasyanti *et al.*, 2021).

2.2.1 Klasifikasi *Shigella dysenteriae*

Bakteri *Shigella dysenteriae* dapat diklasifikasikan menjadi :

Kingdom : Bakteri
Filum : *Proteobacteria*
Kelas : *Gamma Proteobacteria*
Ordo : *Eubacteriales*
Famili : *Enterobacteriaceae*
Genus : *Shigella*
Spesies : *Shigella dysenteriae* (Chrismasyanti *et al.*, 2021)

2.2.2 Morfologi *Shigella dysenteriae*

Shigella dysenteriae adalah bakteri patogen usus yang dikenal sebagai penyebab disentri. *Shigella dysenteriae* termasuk dalam keluarga Enterobacteriaceae bakteri ini merupakan bakteri Gram-negatif dengan ukuran

sekitar 0,5-0,7 μm x 2-3 μm . Secara morfologi, bakteri ini berbentuk batang pendek atau basil tunggal, tidak membentuk spora, tidak memiliki flagela sehingga tidak dapat bergerak, dan dapat memiliki kapsul. Dalam media pembedahan, Untuk media yang digunakan adalah media *Salmonella Shigella Agar* (SSA), koloni *Shigella dysenteriae* pada media SSA berwarna transparan, tidak memproduksi H₂S, dan memiliki bentuk bulat dengan permukaan halus. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri ini tidak melakukan fermentasi laktosa dan tidak menghasilkan gas H₂S, sehingga koloni yang muncul di media tersebut tidak berwarna atau bening. Karakteristik ini penting untuk membedakan *Shigella* dari bakteri lain seperti *Salmonella*, yang dapat menghasilkan H₂S dan berwarna hitam pada media SSA. Pengetahuan tentang morfologi dan karakteristik koloni *Shigella dysenteriae* sangat diperlukan dalam diagnosis laboratorium untuk mencegah penyebaran infeksi lebih lanjut (Dewi, 2024).

2.2.3 Patogenesis *Shigella dysenteriae*

Shigella dysenteriae adalah penyebab utama *disentri basiler* atau *shigellosis* yang ditularkan melalui makanan dan air yang terkontaminasi, serta melalui kontak langsung secara *fekal-oral*. Infeksi ini lebih umum terjadi di negara berpenghasilan rendah hingga menengah, terutama pada anak-anak, dan dapat menyebabkan diare berkepanjangan serta malnutrisi karena kehilangan protein usus. Bakteri ini memiliki virulensi tinggi karena mampu menyerang sel epitel usus besar, menyebabkan peradangan, kram, demam, serta diare berdarah. Salah satu faktor utama yang meningkatkan patogenitasnya adalah *Shiga toxin* (Stx), yang merusak sel usus dan ginjal dengan menghambat sintesis protein. Akibatnya, infeksi *S. dysenteriae* sering berkembang menjadi *sindrom uremik hemolitik* (HUS), yang dapat menyebabkan gagal ginjal dan komplikasi serius lainnya (Nash *et al.*, 2015).

2.2.4 Identifikasi *Shigella dysenteriae*

A. Pembedahan Pada Media *Enrichment*

Dalam proses identifikasi *Shigella dysenteriae* pada minuman air tebu, tahap awal yang dilakukan adalah inokulasi sampel ke dalam media *enrichment*. Media *enrichment* merupakan jenis media kultur yang dirancang khusus untuk mendukung pertumbuhan mikroorganisme tertentu dengan menciptakan kondisi yang optimal bagi perkembangannya. Media ini mengandung berbagai zat gizi yang

dipilih secara khusus untuk mendukung pertumbuhan mikroba yang diinginkan, termasuk *Shigella dysenteriae*. Oleh karena itu, media *enrichment* berfungsi untuk mempercepat dan meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme target yang mungkin jumlahnya sangat sedikit atau sulit tumbuh pada media biasa. Setelah tahap ini, sampel kemudian dipindahkan ke media selektif seperti SSA untuk isolasi lebih lanjut, sebelum dilakukan uji biokimia guna memastikan identitas bakteri (Atmanto *et al.*, 2022). Contoh media *enrichment* adalah BPW (*Buffered Peptone Water*).

B. Media Selektif

Identifikasi *Shigella dysenteriae* pada minuman air tebu dilakukan melalui tahapan uji mikrobiologis menggunakan media selektif untuk memudahkan deteksi bakteri yang ditargetkan. Media selektif merupakan jenis media yang dirancang untuk mendukung pertumbuhan mikroorganisme tertentu dan secara bersamaan menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain. Selektivitas ini dicapai melalui berbagai cara, seperti pemanfaatan gula sebagai satu-satunya sumber karbon serta penambahan zat pewarna, antibiotik, garam, atau inhibitor spesifik yang memengaruhi metabolisme atau sistem enzim mikroba yang tidak diinginkan (Atmanto *et al.*, 2022). Salah satu media selektif yang digunakan adalah SSA (*Salmonella Shigella Agar*), yang secara khusus diformulasikan untuk mendeteksi keberadaan bakteri dari genus *Salmonella* dan *Shigella*. Penggunaan media SSA mempermudah identifikasi awal terhadap koloni *Shigella dysenteriae* berdasarkan ciri khas pertumbuhannya, yaitu koloni bening tanpa bintik hitam, yang menunjukkan bahwa bakteri tersebut tidak meragi laktosa dan tidak menghasilkan gas H₂S.

C. Uji RBK (Reaksi Biokimia)

a) Gula-gula (Glukosa, Laktosa, Manit, Maltosa, Sakarosa)

Uji gula-gula seperti Glukosa, Laktosa, Manit, Maltosa, Sakarosa uji tersebut mengalami perubahan warna dan terbentuk gelembung gas pada tabung durham menunjukkan bahwa bakteri dapat memfermentasikan karbohidrat dan menghasilkan gas. (Ainun *et al.*, 2024).

b) TSIA (*Triple Sugar Iron Agar*)

Uji TSIA (*Triple Sugar Iron Agar*) bertujuan untuk mengidentifikasi kemampuan bakteri dalam memfermentasi gula, seperti glukosa laktosa dan sakarosa, sebagai sumber energi, serta kemampuan bakteri dalam menghasilkan gas H₂S. Media TSIA (*Triple Sugar Iron Agar*) terdiri dari dua bagian, yaitu bagian *slant* (bagian miring) dan *bottom* (bagian bawah) (Jadhey et al., 2020). Pembacaan hasil TSIA dengan cara melihat terbentuknya endapan sulfur berwarna hitam, adanya gas medium menjadi retak dan adanya peragian asam/asam (A/A) atau (+/+) artinya bagian miring dan dasar berwarna kuning. Basa/asam (K/A) atau (-/+) artinya bagian miring medium berwarna merah dan dasar medium berwarna kuning. Basa/basa (K/K) atau (-/-) artinya bagian miring dasar medium berwarna merah (Dewi, 2024).

c) SIM (*Sulfur Indole Motility*)

Pada uji SIM (*Sulfur Indole Motility*), media SIM yang telah diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C ditambahkan 3-5 tetes reagen Kovac secara perlahan melalui dinding tabung reaksi dan dihomogenkan. Setelah beberapa menit, perubahan pada media diamati. Hasil positif uji indole ditandai dengan terbentuknya cincin merah di permukaan media, yang menunjukkan bahwa isolat mampu mengoksidasi triptofan menjadi indole (Siagian et al., 2022).

d) Uji MR-VP (*Methyl Red – Voges Proskauer*)

Pada uji ini, isolat dipindahkan sebanyak satu ose ke dalam MR-VP broth dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Setelah itu, media dibagi menjadi dua bagian untuk melanjutkan uji MR (*Methyl Red*) dan uji *Voges-Proskauer* (VP). Pada uji MR, ditambahkan 3-5 tetes reagen *Methyl Red*, kemudian dihomogenkan. Hasil positif pada uji MR ditandai dengan perubahan warna larutan menjadi merah, yang menunjukkan bahwa bakteri dapat memfermentasi glukosa menjadi asam. Sementara itu, pada uji VP, ditambahkan 0,6 ml reagen yang mengandung α -naphthol dan 0,2 ml reagen yang mengandung kalium hidroksida (KOH) 40%, kemudian dihomogenkan. Hasil positif pada uji VP ditandai dengan perubahan warna

media menjadi merah, yang menandakan bahwa bakteri dapat menghasilkan produk akhir berupa senyawa non-asam, seperti asetoin, yang bersifat netral (Siagian *et al.*, 2022).

e) Uji Simon citralte (SC)

Uji Citrate bertujuan untuk menguji kemampuan bakteri dalam memanfaatkan sitrat sebagai sumber karbon. Hasil positif pada uji ini ditandai dengan perubahan warna media yang semula berwarna hijau menjadi biru. Perubahan warna ini menunjukkan bahwa bakteri mampu memfermentasi sitrat yang ada dalam media, menghasilkan sodium karbonat (Na_2CO_3) sebagai produk sampingan. Sodium karbonat yang terbentuk menyebabkan peningkatan pH, yang kemudian menyebabkan perubahan warna indikator pH dalam media dari hijau menjadi biru. Proses ini menunjukkan bahwa bakteri memiliki kemampuan untuk menggunakan sitrat sebagai sumber karbon dan menghasilkan produk yang bersifat basa, yang dapat mengindikasikan adaptasi bakteri dalam kondisi dengan sumber karbon terbatas (Siagian *et al.*, 2022).