

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Siwalan

Siwalan (*Borassus flabellifer* L) atau yang biasa dikenal siwalan merupakan jenis palma penghasil nira yang potensial di Indonesia. Tanaman ini cenderung dapat bertahan hidup pada lahan yang kritis. Habitat ideal untuk tumbuh yakni di dataran kering dan terbuka, memiliki ketinggian 0-500 mdpl. Persebaran siwalan di Indonesia dapat dijumpai pada wilayah pantai seperti Jawa Timur (Lamongan, Gresik dan Tuban), Jawa Tengah, Madura, Bali, NTT, NTB, Maluku Tenggara dan Sulawesi Selatan (Apriyanti, 2018).

2.1.1. Klasifikasi dan Morfologi

Adapun klasifikasi ilmiah dari tanaman siwalan (*Borassus flabellifer* L) sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Angiospermae
Class	: Monocotyledoneae
Ordo	: Palmae
Family	: Palmaceae
Genus	: Borassus
Spesies	: <i>Borassus flabellifer</i> Linn (Suroyya, 2016)

Siwalan merupakan tanaman berumah dua pada pohon yang berbeda. Tinggi pohon siwalan dapat mencapai 30 meter dengan bentuk batang yang lurus dan kekar. Daun tumbuh bergerombol di pucuk, helaian daun berbentuk kipas

dengan diameter pertumbuhan sampai dengan 150 cm dan bertangkai panjang 90-120 cm. Bunga jantan tersusun dalam suatu rangkaian berbentuk bulir-bulir panjang (20-45 cm) dengan diameter 2-3 cm (Bernhard, 2007).

Buah dari siwalan berbentuk bulat dengan diameter antara 7-20 cm serta dilapisi kulit berwarna hitam kecoklatan. Satu buah siwalan berisi 3-7 butir daging buah yang berwarna kecoklatan. Buah siwalan menyerupai buah kelapa, dimana buah siwalan tertutupi tempurung yang tebal dan keras. Pada satu pohon siwalan mampu menghasilkan minimal 20 butir buah. Daging buah siwalan muda berwarna putih kaca/transparan, sedangkan daging buah yang tua memiliki warna kuning. Buah siwalan memiliki 2-3 biji didalamnya. Bentuk biji siwalan agak pipih dan terdapat celah pada salah satu ujungnya sebagai tempat keluarnya kecambah (Apriyanti, 2018). Adapun gambar dari pohon siwalan dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Pohon Siwalan
Sumber : (Dokumen Pribadi)

2.1.2. Manfaat

Pohon siwalan dapat disebut sebagai tanaman serbaguna, hal tersebut karena seluruh bagian tanaman dapat dimanfaatkan atau memiliki nilai ekonomis (Bernhard, 2007). Manfaat dari pohon siwalan antara lain :

1. Akar tanaman dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar, pupuk dan obat tradisional.
2. Batang pohon yang tua dapat dijadikan bahan bangunan sedangkan batang yang masih muda dan lunak dapat diolah menjadi bahan pangan sagu.
3. Tulang daun (lidi) dan daun tua sebagai bahan pendukung rumah seperti atap, dinding, bahan anyaman, tali, dan alat musik sasando.
4. Bunga jantan dapat disadap dan menghasilkan nira. Nira dapat diolah menjadi nira siwalan, gula merah dan cuka.
5. Buah yang muda dapat diolah menjadi bahan pangan kudapan (Apriyanti, 2018).

2.2. Nira Siwalan

Nira siwalan merupakan hasil dari pohon siwalan yang berupa air berwarna putih yang didapat dari pucuk tandan bunga siwalan jantan (Suroyya, 2016). Nira siwalan pada keadaan segar memiliki rasa yang manis, berbau harum, jernih dan tak berwarna.

2.2.1. Proses Penyadapan

Pohon siwalan mulai disadap saat umur 10 tahun dan dapat disadap hingga umur 50 tahun. Mayang yang disadap yakni bunga jantan. Dalam setiap penyadapan, petani mampu menyadap 20-25 pohon tiap hari dengan 2 kali waktu

pengambilan nira (pagi dan sore). Peralatan yang digunakan dalam proses penyadapan nira yakni penjepit, alat pinggang, bambu, gayung yang dibuat dari daun siwalan untuk menampung nira, pisau penyadap. Langkah-langkah penyadapan nira siwalan yang pertama yakni menentukan pohon siwalan yang akan disadap (dengan memilih pohon yang sudah berbunga, sehingga dapat dihasilkan nira yang menetes secara optimal). Kedua, melakukan penjepitan mayang. Mayang yang terpilih akan dilakukan penjepitan pada setiap bulirnya selama 2-3 hari, dimulai dari pangkal mayang ke ujung sebanyak 40 kali. Bulir-bulir yang sudah selesai tahapan penjepitannya akan dikumpulkan dan diikat menjadi satu ikatan. Tahapan ketiga yakni mengiris awal 3-5 cm dari ujung kaki bunga, selanjutnya pengirisan dilakukan 2-3 mm dan nira yang keluar ditampung menggunakan wadah penampung (Bernhard, 2007).

2.2.2. Komposisi dan Mutu Nira Siwalan

Nira siwalan segar memiliki rasa yang manis, jernih dan berbau harum. Rasa manis pada nira siwalan dikarenakan adanya kadar gula yang tinggi didalamnya yakni $\pm 12\%$. Dalam keadaan segar nira memiliki derajat keasaman dengan pH 5-6, kadar alkohol $< 5\%$ dan kadar sukrosa $> 12\%$ (Heryani, 2016). Nira siwalan yang segar tidak tahan disimpan dalam waktu lama, nira yang segar tanpa dipasteurisasi hanya mampu bertahan $\pm 24-36$ jam sejak disadap. Nira siwalan mengalami fermentasi oleh mikroorganisme yang mengubah sukrosa pada nira menjadi alkohol, dan kemudian diubah lagi menjadi asam (Suseno, Surjoseputro, & Anita, 2000). Komposisi kimia nira siwalan dapat diamati pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Komposisi Nira Siwalan

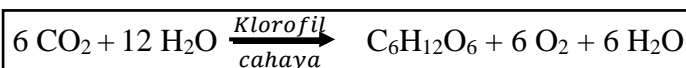
Komposisi	Jumlah (%)
Air	85,87
Protein	0,38
Sukrosa	14,33
Abu	0,27
Lemak	0,1

(Heryani, 2016)

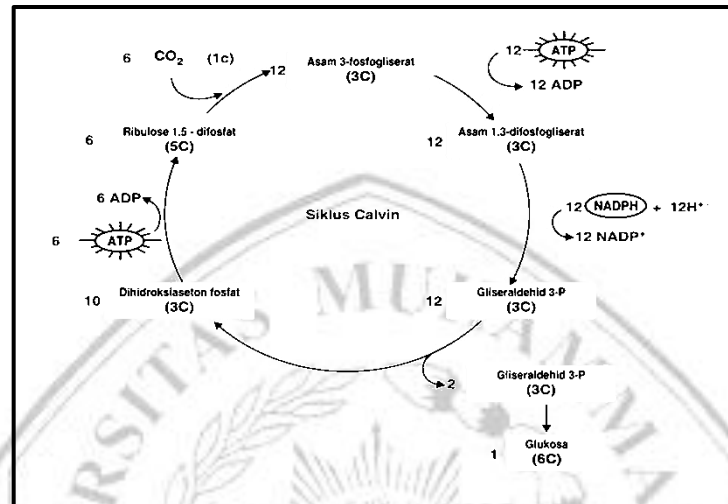
Menurut Sardjono, Enie dan Sukardi, (1987), minuman nira siwalan mudah sekali mengalami kerusakan yang ditandai dengan kondisi nilai pH mencapai kurang dari 4, sedangkan dalam kondisi segar dan baik nilai pH mencapai 5-6. Penurunan nilai pH karena pembentukan asam menyebabkan warna nira berubah menjadi putih keruh hingga coklat dan rasa nira menjadi asam (Rahman, 2007). Menurut Sardjono et al., (1987), nira yang kadar gula reduksinya lebih dari 8% tidak baik diolah menjadi gula sebab gula yang dihasilkan akan memiliki tekstur yang lembek dan mudah rusak.

2.2.3. Biosintesis Sukrosa pada Nira

Biosintesis merupakan pembentukan senyawa alami dari molekul-molekul yang strukturnya sederhana menjadi molekul berstruktur kompleks (proses anabolisme). Dalam tumbuhan yang berklorofil, monosakarida akan diproduksi melalui proses fotosintesis. Fotosintesis terdiri atas dua golongan reaksi yakni reaksi terang dan reaksi gelap. Reaksi terang mengubah energi elektromagnetik menjadi potensi kimiawi. Sedangkan reaksi gelap terdiri atas reaksi enzimatik yang menggunakan energi hasil reaksi terang untuk mengfiksasi karbon dioksida menjadi gula (Wiraatmaja, 2016). Hasil dari kedua reaksi tersebut dapat disimpulkan menjadi sederhana sebagai berikut :

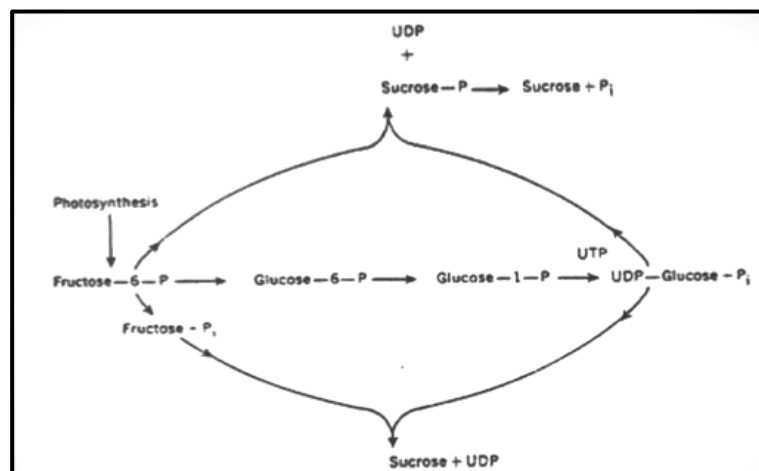


Produk langsung dari fotosintesis berupa gula berkarbon-tiga (Gliseraldehid 3-P) dapat digunakan dalam proses pembentukan glukosa. Proses pembentukan tersebut terdapat pada persamaan reaksi jalur carbon dalam fotosintesis yang tergambar pada Gambar 2.1.



Gambar 2.2. Jalur karbon dalam Fotosintesis (Wiraatmaja, 2016)

Pembentukan sukrosa merupakan prekursor biasa untuk sintesis polisakarida. Reaksi terjadi antara glukosa dan fruktosa yang akan membentuk produksi sukrosa dalam suatu mikroorganisme (Wiraatmaja, 2016). Fruktosa 6-fosfat yang diturunkan dari daur fotosintetik akan diubah menjadi glukosa 1-fosfat yang kemudian bereaksi dengan UTP membentuk UDP-glukosa. UDP-glukosa kemudian bereaksi dengan fruktosa 5-fosfat membentuk sukrosa fosfat 1 yang selanjutnya berubah menjadi sukrosa. Jalur pembentukan sukrosa dapat diamati pada Gambar 2.2.



Gambar 2.3. Jalur Biosintesis Sukrosa (Wiraatmaja, 2016)

2.2.4. Sukrosa Pada Nira Siwalan

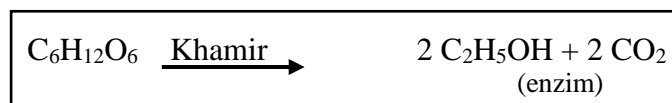
Sukrosa yang terdapat dalam nira siwalan memiliki kandungan yang lebih besar dibandingkan dengan sukrosa yang terkandung dalam nira aren, kelapa, nipah dan tebu yakni sebesar 14,33% (Heryani, 2016). Sukrosa merupakan golongan disakarida yang terbentuk dari molekul glukosa dan molekul fruktosa. Sukrosa tidak mengandung gugus aldehid dan gugus keton (Harini & Marianty, 2012). Sukrosa memiliki rumus kimia $C_{12}H_{22}O_{11}$. Sukrosa tidak mereduksi ion-ion Cu^{++} atau Ag^+ . Sifat dari sukrosa yakni apabila dicairkan, sukrosa dapat kembali membentuk kristal (Ayustaningwarno, 2014).

2.3. Kerusakan Pada Nira

Kerusakan pada nira dapat disebabkan oleh aktifitas mikroorganisme yaitu khamir dan bakteri. Ada dua spesies khamir yang dapat tumbuh pada nira siwalan yakni *Saccharomyces cerevisiae* dan *Saccharomyces carlbergensis*, akan tetapi yang merupakan khamir utama dalam proses fermentasi nira adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Khamir dapat tumbuh dan berkembang biak pada pH 4,4 – 4,6 dan suhu

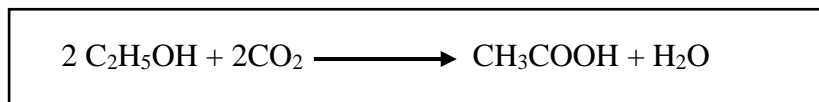
21–25⁰C. Pertumbuhan dan perkembangan jasad renik pada nira siwalan menyebabkan nira menjadi asam dan berlendir. Sedangkan bakteri yang berperan dalam fermentasi nira yakni *Acetobacter aceti*. Bakteri mempunyai pH sekitar 6,5-7,5 (Suroyya, 2016).

Fermentasi gula oleh khamir *Saccharomyces cereviseae* menghasilkan alkohol dan CO₂ melalui reaksi sebagai berikut :



Tahap awal dari proses fermentasi alkohol yakni perubahan gula yang ada dalam bahan baku menjadi alkohol dan CO₂, perubahan tersebut terjadi secara anaerob. Khamir yang dikenal dapat memfermentasi gula menjadi alkohol dan CO₂ yakni khamir *Saccharomyces cereviseae*. Reaksi tersebut merupakan reaksi dasar dari pembuatan tuak, minuman anggur, tape, bir, brem dan roti. Proses tersebut akan berlanjut menjadi proses perombakan alkohol menjadi asam asetat. Bakteri asam asetat melakukan fermentasi alkohol menjadi asam asetat secara aerob (Suroyya, 2016).

Reaksi tersebut dilakukan oleh bakteri *Acetobacter aceti*, proses reaksinya yakni :



Beberapa faktor yang berpengaruh pada jenis mikroba perusak dan jalur perusaknya adalah pH, kelembaban, suhu, bahan pengawet dan kondisi lain yang lebih spesifik (tekanan O₂, radiasi, dll). Nira yang disimpan dalam ruangan akan menyebabkan kenaikan suhu yang mengakibatkan invertasi sukrosa dan

merangsang pertumbuhan mikroba. Sukrosa atau yang biasa dikenal sebagai gula meja merupakan jenis disakarida berwarna putih, berbentuk kristal padat dengan rasa manis dan dapat membentuk caramel serta terdekomposisi pada suhu 186°C (Ramadanti, 2012). Sukrosa yang terdegradasi akan menghasilkan karbondioksida (CO_2) dan air (H_2O) serta menghasilkan warna coklat pada produknya. Terbentuknya asam pada saat degradasi sukrosa menyebabkan pH larutan menurun. Menurut Rahman, *et al.*, (2007), terjadinya penurunan nilai pH disebabkan karena pembentukan asam yang menyebabkan warna berkurang, tetapi sekitar pH netral akan mulai terjadi kehilangan sukrosa akibat invertasi.

2.4. Pencegahan Kerusakan Nira

Pencegahan Kerusakan Nira dapat dilakukan dengan perlakuan fisik, penambahan larutan kimia dan penambahan bahan pengawet alami.

2.4.1. Perlakuan Fisik

Pemanasan dan penyimpanan dingin merupakan perlakuan awal yang penting untuk pengolahan selanjutnya. Petani nira biasanya akan melakukan pengawetan awal dengan secepatnya mendidihkan nira setelah penyadapan. Hal tersebut berkaitan dengan membunuh mikroba yang tumbuh dalam nira. Suhu dan lama pemanasan sangat berpengaruh untuk dapat membunuh mikroba yang ada (Jaya *et al.*, 2016). Langkah lain yang dapat dilakukan untuk memperpanjang umur simpan nira yakni dengan penggunaan suhu rendah dalam penyimpanannya. Penyimpanan suhu rendah mampu memperpanjang masa hidup jaringan-jaringan dalam bahan pangan karena dapat menurunkan aktivitas respirasi dan menghambat aktivitas

mikroorganisme. Penyimpanan dingin tidak dapat membunuh mikroba, akan tetapi menghambat aktivitasnya (Koswara, 2009).

2.4.2. Penambahan Larutan Kimia

Keasaman nira dapat dicegah dengan menambahkan beberapa larutan sesuai dengan takaran yang tepat yakni :

1. Garam Na/K metabisulfit 0.2-0.25%
2. N.Na benzoat 0.05-0.2%
3. Kapur 0.7-1.2%
4. Na metabisulfit ($\text{Na}_2\text{SO}_2\text{O}_5$) 2 g/kg berat bahan

Petani nira biasanya menggunakan tambahan laru kapur untuk mencegah kerusakan nira. Penggunaan kapur dikarenakan kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) memiliki sifat desinfektan, dapat menggumpalkan protein dan asam nukleat serta dapat merusak dinding sel mikroba (Muchtadi, 2010). Larutan lain yang digunakan petani yakni Na metabisulfit atau yang biasa disebut dengan sulfit (obat gula). Penggunaan larutan sintetis dalam bahan pangan diperbolehkan apabila tidak melebihi ambang batas yang telah ditentukan. Akan tetapi, petani biasanya menambahkan larutan sintesis tanpa takaran yang akurat dan dapat melebihi ambang batas maksimal sehingga dapat membahayakan kesehatan (Karseno, Setyawati, & Haryanti, 2013).

2.4.3. Penambahan Bahan Alami

Pengawet alami yang dapat dipilih yakni yang memiliki senyawa bersifat antimikroba sehingga mampu menghambat pertumbuhan mikroba perusakan nira (Karseno et al., 2013). Senyawa antimikroba dapat ditemukan dalam tumbuhan.

Beberapa senyawa antimikroba yakni tanin, flavonoid, alkaloid, saponin dan xantol. Untuk mendapatkan senyawa antimikroba yang terdapat dalam tumbuhan dapat dilakukan dengan cara ekstraksi. Ekstraksi merupakan kegiatan penarikan kandungan kimia yang dapat larut sehingga terpisah dari bahan yang tidak dapat larut dengan menggunakan bantuan pelarut cair. Sedangkan ekstrak sendiri merupakan sediaan kental yang diperoleh dengan mengekstraksi senyawa aktif dari simplisia nabati atau hewani menggunakan pelarut yang sesuai (Depkes RI, 2000).

2.5. Daun Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni M)

Stevia rebaudiana adalah tanaman dari famili Asteraceae yang berasal dari Paraguay. Stevia diperkirakan masuk ke Indonesia pada tahun 1977 atas kerja sama pengusaha Jepang dan Indonesia. Budidaya stevia telah dilakukan di beberapa daerah dengan ketinggian sekitar 1000 meter di atas permukaan laut seperti di daerah Tawangmangu, Sukabumi, Garut, Bengkulu, Jawa Timur, Nusa Tenggara Timur (NTT), Sumatra Utara dan Sulawesi Selatan. Kerabat dekat dari tanaman *Stevia rebaudiana* yakni *Stevia ovata* Wild yang berasal dari Meksiko telah ditemukan tumbuh liar di daerah Selabintana, Sukabumi (Jawa Barat) (Rukmana, 2003).

2.5.1. Klasifikasi dan Morfologi

Adapun klasifikasi ilmiah dari tanaman stevia menurut Rukmana (2003) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Divisio : Spermatophyta

Class : Dicotyledoneae

Ordo : Campanulatae

Family : Asteraceae

Genus : Stevia

Species : *Stevia rebaudiana* Bertoni M

Berdasarkan hasil identifikasi para ahli botani menunjukkan bahwa tanaman stevia ialah tanaman yang tumbuh tegak dengan ketinggian 60 cm– 90 cm, memiliki banyak percabangan, dan dapat berbunga sepanjang tahun. Stevia termasuk kedalam tanaman tahunan yang berbentuk perdu (Djajadi, 2014). Tanaman stevia memiliki batang yang berbentuk bulat lonjong dan berbulu halus. Daunnya berbentuk lonjong langsing dan ada yang berbentuk oval, tepi daun bergerigi halus dan daunnya terletak saling berhadapan. Stevia memiliki bunga sempurna (*hermaphrodite*) dengan bentuk mahkota tabung. Akar stevia merupakan akar serabut yang terbagi dalam dua bagian, yakni perakaran tebal dan halus. Tanaman stevia ini memiliki daya regenerasi yang kuat sehingga dapat tahan terhadap pemangkasan (Rukmana, 2003). Adapun gambar daun stevia dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Daun Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni M)
Sumber: (Rukmana, 2003)

2.5.2. Kandungan Senyawa Aktif dalam Daun Stevia

Daun stevia memiliki kandungan senyawa aktif seperti tanin, flavonoid dan alkaloid yang memiliki aktivitas antimikroba (Putri & Megawati, 2017). Daun stevia juga mengandung lebih dari 100 fitokimia termasuk diantaranya *stevioside* dan *rebaudioside* yang memiliki kemampuan sebagai antimikroba. Fungsi lain dari zat *stevioside* yakni bekerja sebagai enzim dan berfungsi melakukan dekomposisi gula, menginaktivasi dekstran sukrosa sehingga bisa menghambat kerja fermentasi bakteri kariogenik. zat *stevioside* tidak dapat terhidrolisis dan tidak dapat difermentasikan oleh bakteri. Kandungan kadar total tanin pada daun stevia yakni 5,09-8,48% (dari b/b) (Kusumaningsih, Asrilya, Wulandari, Wardani, & Fatikhin, 2015).

2.5.2.1. Tanin

Tanin alami dapat larut dalam air dan merubah warna, warna larutan tanin bervariasi mulai dari warna terang sampai warna merah gelap atau coklat (Ahadi, 2003). Menurut Susanti (2000), sifat utama dari tanin yang ada pada tanaman tergantung dari gugus fenolik-OH yang terkandung dalam tanin. Sifat tanin dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Tanin dapat dengan mudah larut pada air dan pelarut organik seperti metanol, etanol, aseton, dan pelarut organik lainnya.
2. Tanin mulai terurai pada suhu 98,8⁰C.
3. Tanin akan berubah warna menjadi gelap apabila terkena cahaya atau dibiarkan pada udara terbuka.
4. Tanin mempunyai sifat bakteristatik dan fungistatik.

2.5.2.2. Alkaloid

Alkaloid merupakan senyawa yang berasal dari tumbuh-tumbuhan dan tersebar luas dalam berbagai jenis tumbuhan. Semua alkaloida mengandung minimal satu atom nitrogen yang bersifat basa. Alkaloid memiliki titik lebur 74°C (Sumardjo, 2009). Alkaloida dapat ditemukan dalam berbagai bagian tumbuhan seperti pada kulit batang, daun, ranting, dan biji. Kebanyakan alkaloida tidak berwarna, tetapi terdapat beberapa senyawa kompleks spesies aromatik yang berwarna. Alkaloida pada umumnya hanya dapat larut dalam pelarut organik (Lenny, 2006).

2.5.2.3. Flavonoid

Senyawa flavonoid merupakan kelompok senyawa fenol terbesar yang dapat ditemukan dalam tumbuhan. Senyawa flavonoid merupakan zat yang berwarna merah, ungu, biru, dan kuning yang dapat ditemukan dalam tumbuh-tumbuhan. Flavonoid merupakan senyawa fenol yang bersifat desinfektan dan sangat efektif menghambat pertumbuhan mikroba. Hal tersebut dikarenakan senyawa flavonoid yang bersifat polar sehingga lebih mudah menembus lapisan peptidoglikan yang juga bersifat polar. Setelah flavonoid berhasil menembus dinding sel maka akan mendenaturasi protein yang dapat menyebabkan aktifitas metabolisme sel bakteri berhenti karena semua aktifitas metabolisme sel bakteri dikatalisis oleh suatu enzim yang merupakan protein (Suerni, Alwi, & Guli, 2013). Kerangka dasar karbon dari flavonoid terdiri atas 15 atom C (karbon), dimana dua cincin benzen (C_6) akan terikat pada rantai propanal (C_3) kemudian membentuk susunan $\text{C}_6\text{-C}_3\text{-C}_6$ (Lenny, 2006).

2.6. Ekstrak Daun Stevia Sebagai Pengawet Alami

Ekstrak merupakan sediaan kental yang diperoleh dengan mengekstraksi senyawa aktif dari simplisia nabati atau hewani menggunakan pelarut yang sesuai (Depkes RI, 2000). Terdapat banyak jenis metode ekstraksi yang dapat dilakukan antara lain metode Maserasi, Perkolasi, *Ultrasound-Assisted Solvent Extraction*, Reflux dan Destilasi uap, Soxhlet, pemisahan Senyawa (KLT dan *Sepacore*). Pemilihan metode ekstraksi tergantung pada sifat bahan dan senyawa yang akan diisolasi. Metode maserasi merupakan metode sederhana yang paling banyak digunakan. Metode ini dilakukan dengan memasukkan serbuk tanaman dan pelarut yang sesuai ke dalam wadah inert yang tertutup rapat pada suhu kamar. Proses ekstraksi dihentikan ketika tercapai kesetimbangan antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dengan konsentrasi dalam sel tanaman. Setelah proses ekstraksi, pelarut dipisahkan dari sampel melalui penyaringan (Mukhriani, 2014).

Daun stevia yang memiliki kandungan senyawa aktif seperti tanin, alkaloid dan flavonoid memiliki aktivitas sebagai antibakteri dan antimikroba (Putri & Megawati, 2017). Alkaloid dapat menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara menghambat sintesis dinding sel, mengubah permeabilitas membran melalui transport aktif dan menghambat sintesis protein (Mangunwardoyo, Cahyaningsih, & Usia, 2009). Cara kerja flavonoid dalam menghambat pertumbuhan bakteri yakni melalui denaturasi protein bakteri yang dapat menyebabkan terhentinya aktivitas metabolisme sel bakteri. Sedangkan aktivitas antibakteri senyawa tanin yakni dengan cara mengkerutkan dinding sel atau membran sel yang menyebabkan terganggunya permeabilitas sel itu sendiri. Dengan terjadinya gangguan pada

permeabilitas maka sel tidak dapat melakukan aktivitas hidup dan pertumbuhannya terhambat atau bahkan menyebabkan sel tersebut mati (Ajizah, 2004).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Purwanti et al., (2015) membuktikan bahwa stevia pada penambahan 0.20% efektif menurunkan jumlah total mikroba dibandingkan dengan tanpa menggunakan penambahan stevia pada minuman tea. Menurut hasil penelitian lain yang dilakukan oleh Putri & Megawati (2017), menyatakan bahwa ekstrak daun stevia dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* dengan menginaktivasi dekstran sukrosa sehingga bisa menghambat kerja fermentasi bakteri kariogenik. Walaupun pengaruh ekstrak daun stevia telah terbukti dapat menunjukkan hambatan terhadap bakteri *Streptococcus mutans* dan juga terbukti menurunkan jumlah mikroba pada produk tea, namun belum dapat ditunjukkan aktivitas antibakterinya terhadap *Saccharomyces cerevisiae* dan *Acetobacter aceti*. Sehubungan dengan hal tersebut, maka penelitian ingin mengkaji pengaruh berbagai konsentrasi ekstrak daun stevia pada nira siwalan.

2.7. Pengaruh Suhu Terhadap Nira Siwalan

Perlakuan awal yang penting dilakukan untuk menjaga kualitas bahan pangan yakni dengan melakukan pemanasan awal dan penyimpanan suhu dingin. Proses pendinginan dapat menghambat kecepatan reaksi-reaksi metabolisme. Pada umumnya setiap penurunan suhu sebanyak 8⁰C akan menurunkan kecepatan reaksi sebanyak setengahnya. Hal tersebut terjadi karena keaktifan respirasi akan menurun dan menghambat pertumbuhan mikroba penyebab kerusakan dan kebusukan pada bahan pangan (Jaya et al., 2016). Penyimpanan suhu dingin tidak dapat membunuh

mikroba, akan tetapi dapat menghambat aktivitas mikroba. Cara pengawetan bahan pangan dengan suhu rendah ada 2 cara yakni dengan pendinginan (*cooling*) dan pembekuan (*freezing*). Pendinginan merupakan proses penyimpanan bahan pangan pada suhu pembekuan -2 hingga +10⁰C. Pendinginan akan mengawetkan bahan pangan dalam hitungan hari atau minggu. Sedangkan pembekuan merupakan proses penyimpanan yang dilakukan pada suhu -12 hingga -24⁰C. Pembekuan dapat memperpanjang umur simpan bahan pangan hingga beberapa bulan atau terkadang hingga beberapa tahun (Koswara, 2009).

2.8. Interaksi Antara Ekstrak Daun Stevia dengan Suhu Penyimpanan

Pemberian bahan alami yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Bahan alami yang memiliki senyawa aktif seperti tanin, alkaloid dan flavonoid yang memiliki aktivitas antibakteri dan antimikroba. Ekstrak daun stevia yang memiliki kandungan tanin, alkaloid, flavonoid dan zat *stevioside* dapat menghambat pertumbuhan mikroba perusak nira (Putri & Megawati, 2017). Kerusakan nira juga dapat terjadi selama proses penyimpanan, hal tersebut dapat dipengaruhi oleh suhu penyimpanan. Suhu merupakan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan suatu organisme. Mikroba perusak dapat dengan mudah tumbuh apabila kondisi suhu mendukung untuk pertumbuhannya. Pendinginan dapat memperlambat kecepatan reaksi-reaksi metabolisme, dimana pada umumnya setiap penurunan suhu 8°C kecepatan reaksi akan berkurang menjadi kira-kira setengahnya. Hal ini disebabkan bukan hanya karena keaktifan respirasi menurun, tetapi juga karena pertumbuhan mikroba penyebab kebusukan dan kerusakan dapat dihambat (Jaya et al., 2016).

2.9. Kajian Sebagai Sumber Belajar

2.9.1. Definisi Sumber Belajar

Sumber belajar ialah semua sumber seperti pesan, alat, bahan, teknik dan latar yang dimanfaatkan peserta didik atau siswa sebagai sumber untuk kegiatan belajar dan dapat meningkatkan kualitas belajarnya. Pada dasarnya sumber belajar merupakan segala sesuatu daya yang dapat dimanfaatkan oleh tenaga pengajar dan peserta didik, baik secara terpisah maupun dalam bentuk gabungan untuk kepentingan pembelajaran dengan tujuan meningkatkan efektivitas, efisiensi, mudah dan menyenangkan selama kelangsungan pembelajaran (Abdullah, 2012).

2.9.2. Syarat Pemanfaatan Sumber Belajar

Menurut Rusman (2008), sebagai seorang tenaga pendidik profesional harus memahami kriteria pemilihan sumber belajar agar dapat memanfaatkan sumber belajar secara luas dan efisien. Kriteria pemilihan sumber belajar berdasarkan tujuannya yakni.

- a. Sumber belajar dapat memotivasi siswa, khususnya bagi siswa yang semangat belajar rendah.
- b. Sumber belajar untuk pembelajaran, mendukung kegiatan belajar mengajar.
- c. Sumber belajar untuk penelitian berupa bentuk yang dapat diobservasi, dicatat dengan teliti serta dianalisis.
- d. Sumber belajar mampu untuk memecahkan suatu permasalahan dalam proses pembelajaran.
- e. Sumber belajar dapat digunakan untuk presentasi dengan menggunakan alat, metode atau pendekatan dan strategi pembelajaran yang tepat.

Pemilihan sumber belajar dapat mengarah pada syarat-syarat yang telah dikemukakan oleh Djohar dalam Suratsih (2010) meliputi kejelasan potensi, kesesuaian dengan tujuan belajar, kejelasan sasaran, kejelasan informasi yang diungkap, kejelasan pedoman penelitian, dan kejelasan perolehan yang diharapkan. Menurut *Susilo et al.*, (2015), Uraian dari syarat-syarat tersebut yakni sebagai berikut.

1. Kejelasan potensi, dapat dilihat melalui adanya objek dan gejala yang dapat diangkat sebagai sumber belajar terhadap permasalahan biologi.
2. Kesesuaian dengan tujuan belajar yakni hasil penelitian harus sesuai dengan Kompetensi Dasar (KD) yang telah tercantum pada Kurikulum 2013.
3. Kejelasan sasaran meliputi objek dan subjek penelitian.
4. Kejelasan informasi yang diungkap, dapat dilihat dari 2 aspek yakni proses serta produk.
5. Kejelasan pedoman eksplorasi, adanya prosedur kerja penelitian meliputi alat, bahan serta cara kerja.
6. Kejelasan perolehan yang diharapkan, terdapat hasil berupa proses dan produk penelitian yang dapat digunakan sebagai sumber belajar.

2.9.3. Kriteria Pemilihan Sumber Belajar

Kriteria pemilihan sumber belajar yang perlu diperhatikan yakni :

1. Kesesuaian dengan tujuan pembelajaran.
2. Ketersediaan sumber setempat, yakni bila sumber belajar yang bersangkutan tidak terdapat pada sumber-sumber yang ada maka sebaiknya dirancang atau dibuat sendiri.

3. Ketersediaan dana, tenaga dan fasilitas yang cukup untuk mengadakan sumber belajar.
4. Faktor yang menyangkut pada kepraktisan, keluwesan dan ketahanan sumber belajar untuk jangka waktu yang lama.
5. Efektifitas biaya dalam waktu yang relatif lama (Abdullah, 2012).

2.9.4. Keterkaitan Penelitian dengan Materi Metabolisme

Hasil dari penelitian pengaruh konsentrasi ekstrak daun stevia (*stevia rebaudiana* Bertoni M) dan suhu penyimpanan terhadap kualitas nira siwalan akan dimanfaatkan sebagai sumber belajar dalam perencanaan pembelajaran biologi materi Metabolisme SMA kelas XII. Berdasarkan Permendikbud No. 37 Tahun 2018 tentang Kompetensi Inti – Kompetensi Dasar maka Kompetensi Dasar dari topik ini adalah KD 3.2. Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup dan KD 4.2. Menyusun laporan hasil percobaan tentang mekanisme kerja enzim, fotosintesis dan respirasi anaerob (Permendikbud, 2018).

2.10. Pemanfaatan Buku Panduan Praktikum Sebagai Sumber Belajar Biologi

2.10.1. Buku Panduan Praktikum

Dalam proses pembelajaran di laboratorium, peserta didik memerlukan adanya panduan yang memuat komponen-komponen proses kegiatan praktik di laboratorium atau yang dapat disebut sebagai buku panduan praktikum. Menurut Prayitno (2017), buku panduan praktikum merupakan buku yang memuat tentang topik praktikum, tujuan, dasar teori, alat dan bahan, prosedur praktikum, lembar hasil pengamatan dan soal evaluasi yang telah dirancang berdasarkan tujuan praktikum. Buku panduan praktikum digunakan sebagai fasilitas yang diberikan

tenaga pendidik untuk mempermudah peserta didik dalam belajar dan bekerja secara terarah dan berkelanjutan (Kilinc dalam Prayitno, 2017).

2.10.2. Komponen Buku Panduan Praktikum

Dalam buku panduan praktikum terdapat beberapa komponen yang dikembangkan sebagai berikut.

- a. Topik praktikum
- b. Tujuan praktikum
- c. Dasar teori yang mendasari topik praktikum.
- d. Alat dan bahan praktikum
- e. Prosedur atau cara kerja praktikum
- f. Lembar pengamatan hasil praktikum.
- g. Hasil analisis praktikum
- h. Soal-soal evaluasi praktikum
- i. Kesimpulan (Prayitno, 2017).

2.10.3. Cara Pembuatan Buku Panduan Praktikum

Menurut Noor (2015), panduan umum dalam pembuatan buku panduan praktikum yakni sebagai berikut.

1. Buku panduan praktikum yakni salah satu bahan ajar yang dikemas secara utuh dan sistematis memuat seperangkat pengalaman belajar yang terencana dan didesain untuk membantu peserta didik dapat menguasai tujuan pembelajaran yang spesifik.
2. Buku panduan praktikum minimal memuat tujuan, materi atau substansi dan evaluasi pembelajaran.

3. Buku panduan praktikum digunakan sebagai sarana belajar yang bersifat mandiri, sehingga memudahkan peserta didik belajar sesuai dengan kemampuan masing-masing.
4. Format panduan praktikum disusun pada kertas ukuran A4s, huruf Times New roman ukuran 12, spasi 1,5 dan dijilid langsung atau softcover.

Aturan penulisan dan pembuatan buku panduan praktikum menurut Rohyami (2014), sebagai berikut.

1. Buku panduan praktikum harus memiliki cover.
2. Terdapat tata tertib dengan isi sebagai berikut.
 - a. Memuat peraturan wajib sebelum pelaksanaan praktikum.
 - b. Mencantumkan batas waktu toleransi keterlambatan masuk laboratorium.
 - c. Memuat larangan saat kegiatan praktikum dilaksanakan.
3. Terdapat kata pengantar
4. Daftar isi
5. Tujuan praktikum, dirumuskan sesuai materi pembelajaran dan disesuaikan dengan KD.
6. Dasar teori, berisi ringkasan materi secara singkat dan jelas agar dapat mempermudah peserta didik memahami kegiatan yang terjadi selama pelaksanaan praktikum. Dasar teori bertujuan untuk memberikan arahan kompetensi yang akan dicapai.
7. Alat dan bahan praktikum

8. Prosedur atau langkah kerja kegiatan, penulisannya menggunakan acuan standar AOAC, SNI atau standar yang berlaku di dunia kerja sebagai prosedur kerja yang benar dan jelas.
9. Hasil pengamatan pelaksanaan praktikum
10. Daftar pustaka

2.10. 4. Kelebihan dan Kekurangan Buku Panduan praktikum

Kelebihan buku panduan praktikum yakni dapat membantu peserta didik dalam pelaksanaan praktikum, dapat mencapai tujuan praktikum dengan pertanyaan yang mengarah pada penyelidikan berdasarkan data pengamatan. Dengan adanya buku panduan praktikum dapat meminimalkan peran guru atau dosen, menuntun peserta didik untuk bersikap lebih aktif dan memperoleh kreatifitas berfikir, serta mempermudah pendidik selama kegiatan pembelajaran dilaksanakan (Arifah, Maftukhin, & Fatmaryanti, 2014). Sedangkan kekurangan yang terdapat pada buku panduan praktikum yakni langkah-langkah yang disajikan kurang mampu melatih peserta didik untuk melaksanakan proses ilmiah, menganalisis dan menemukan konsep, belum tersedianya soal pada analisis data yang dapat menuntut peserta didik untuk menemukan dan mengaplikasikan konsep yang sudah ada di kehidupan serta tidak terdapat permasalahan yang mengawali suatu praktikum. Buku panduan praktikum yang beredar di pasaran masih memiliki konten isi yang kurang bisa mengembangkan keterampilan proses siswa (Patmasari, Sutarman, & Winarto, 2015).

2.10.5. Instrumen Penilaian Buku Panduan Praktikum

Instrumen yakni alat yang digunakan untuk mengumpulkan informasi berupa pengetahuan dan keterampilan peserta didik (Winarno, 2011). Instrumen dalam bidang pendidikan merupakan alat untuk mengumpulkan data mengenai variabel-variabel penelitian untuk memenuhi kebutuhan penelitian, sedangkan instrumen dalam bidang pendidikan dapat diartikan sebagai tolak ukur prestasi peserta didik, faktor-faktor yang diduga memiliki hubungan terhadap proses belajar mengajar dan keberhasilan pencapaian suatu program tertentu (Djaali & Muljono, 2007). Instrumen berupa lembar validasi dapat diamati pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Analisis validasi buku panduan praktikum

Aspek	Kriteria Penilaian	Validator ke-		Kategori	Penilaian Umum
		1	2		
Komponen kelayakan isi	Komponen materi				
	Komponen alat dan bahan				
Komponen kebahasaan	Sesuai tingkat perkembangan peserta didik				
	Komunikatif				
	Dialogis dan interaktif				
	Lugas				
	Koheren dan keruntutan alur pikir				
	Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia				
	Penggunaan istilah				
Komponen Penyajian	Teknik penyajian				
	Pendukung penyajian materi				
	Penyajian pembelajaran				

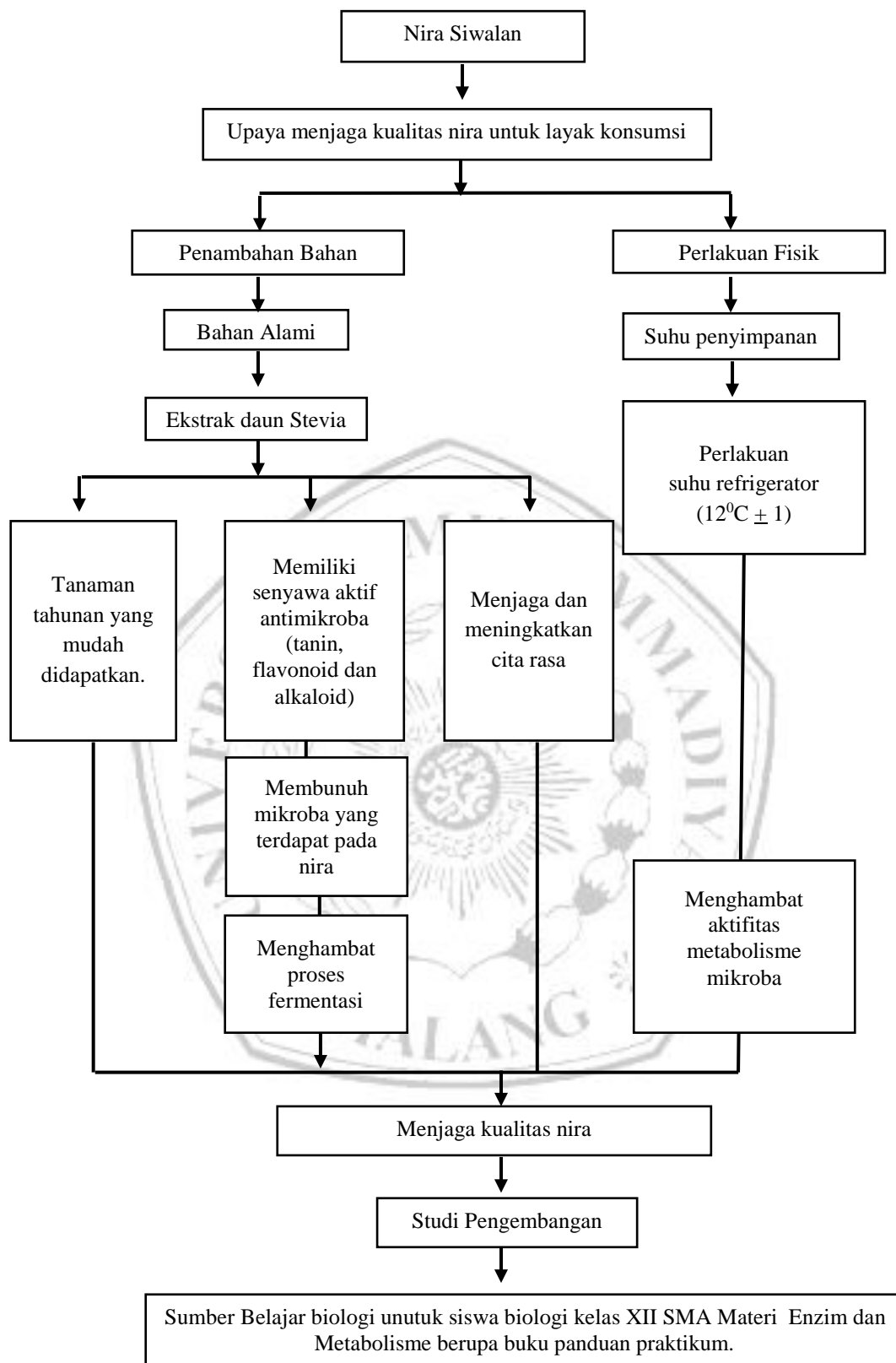
(Sumber : Wahyuni, 2013)

2.11. Kerangka Konseptual

Ekstrak daun stevia memiliki senyawa aktif seperti tanin, alkaloid, flavonoid dan zat *stevioside* yang memiliki aktivitas antibakteri dan antimikroba (Putri & Megawati, 2017). Menurut Mangunwardoyo et al., (2009), alkaloid dapat menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara menghambat sintesis dinding sel, mengubah permeabilitas membran melalui transport aktif dan menghambat sintesis

protein. Cara kerja flavonoid dalam menghambat pertumbuhan bakteri yakni melalui denaturasi protein bakteri yang dapat menyebabkan terhentinya aktivitas metabolisme sel bakteri. Sedangkan mekanisme aktivitas antibakteri senyawa tanin yakni dengan cara mengkerutkan dinding sel atau membran sel yang menyebabkan terganggunya permeabilitas sel itu sendiri. Dengan terjadinya gangguan pada permeabilitas maka sel tidak dapat melakukan aktivitas hidup dan pertumbuhannya terhambat atau bahkan menyebabkan sel tersebut mati (Ajizah, 2004).

Pada setiap penurunan suhu sebanyak 8°C akan menurunkan kecepatan reaksi sebanyak setengahnya. Hal tersebut terjadi karena keaktifan respirasi akan menurun dan menghambat pertumbuhan mikroba penyebab kerusakan dan kebusukan pada bahan pangan (Jaya et al., 2016). Hasil dari penelitian ini akan dimanfaatkan sebagai sumber belajar biologi untuk siswa kelas XII SMA Materi Metabolisme berupa Buku Panduan Praktikum. Berikut merupakan kerangka konsep penelitian akan dijelaskan melalui Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Kerangka Konsep

2.12. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan tinjauan pustaka diatas dapat dirumuskan hipotesis sebagai berikut.

1. Ada perbedaan konsentrasi ekstrak daun stevia terhadap kualitas nira siwalan.
2. Ada perbedaan suhu penyimpanan terhadap kualitas nira siwalan.
3. Ada interaksi antara berbagai konsentrasi ekstrak daun stevia dan suhu penyimpanan terhadap kualitas nira siwalan.

