



**IDENTIFIKASI SENYAWA METABOLIT SEKUNDER  
DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAUN TEBU  
(*Saccharum offinarum* L.)**

Skripsi

disusun sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains  
Program Studi Biologi

oleh

Umi Lathifah  
4411416032

**JURUSAN BIOLOGI**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

**2020**

## PERNYATAAN

Dengan ini, saya :

Nama : Umi Lathifah

NIM : 4411416032

Program studi : Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder dan Aktivitas Antioksidan Daun Tebu (*Saccharum offinarum* L.)” adalah benar-benar karya saya, bukan jiplakan dari karya orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai etika keilmuan yang berlaku baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau hasil penelitian dari orang lain, yang terdapat dalam skripsi ini telah dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Atas pernyataan ini, saya pribadi siap menanggung risiko/sanksi hukum yang dijatuhkan apabila ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan yang terdapat pada skripsi ini.

Semarang, 27 Juli 2020



Umi Lathifah

NIM.4411416032

## PENGESAHAN

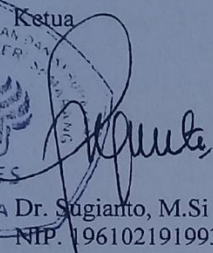
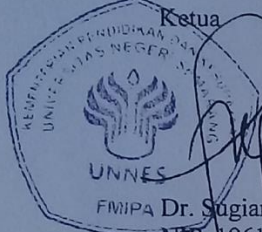
Skripsi berjudul “Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder dan Aktivitas Antioksidan Daun Tebu (*Saccharum officinarum* L.)” disusun oleh :

nama : Umi Lathifah

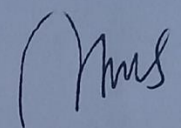
nim : 4411416032

Telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang pada tanggal 27 Juli 2020.

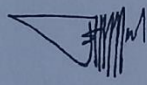
### Panitia Ujian

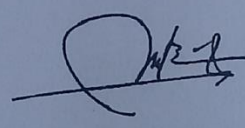
Ketua  
  
  
FMIPA Dr. Sugianto, M.Si  
NIP. 196102191993031001  
Penguji I

### Sekretaris


  
Dr. Nugrahaningsih WH, M.Kes.  
NIP. 196907091998032001

### Penguji II

  
Prof. Dr. Drh. R. Susanti M.P  
NIP. 196903231997032001

  
Drs. Krispinus Kedati Pukan M.Si  
NIP. 195507311985031002

### Anggota Penguji/Pembimbing

  
Talitha Widiatningrum, S.Si., M.Si., Ph.D  
NIP. 198009292005012004

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

Hidup adalah kumpulan keyakinan dan perjuangan (Habiburrahman EL-Shirazy).

### **PERSEMBAHAN**

Untuk kedua orang tua, keluarga, dosen pembimbing, dan teman-teman.

## PRAKATA

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya serta kemudahan dalam menyelesaikan skripsi dengan judul “Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder dan Aktivitas Antioksidan Daun Tebu (*Saccharum officinarum* L.)”. Skripsi ini bagian dari penelitian payung Ibu Talitha Widiatningrum, S.Si., M.Si., Ph.D. Penyusunan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam di Universitas Negeri Semarang. Penyusunan skripsi ini bisa diselesaikan tidak terlepas dari bantuan banyak pihak yang memberikan dukungan, do’a dan sara-saran yang membangun. Untuk itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk dapat melaksanakan studi Strata 1 Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang.
2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang yang memberikan kemudahan administrasi dalam proses penyusunan skripsi.
3. Ketua jurusan Biologi Universitas Negeri Semarang yang memberikan kemudahan administrasi dalam proses penyusunan skripsi.
4. Talitha Widiatningrum, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing skripsi sekaligus ketua dari penelitian payung di Jurusan Biologi yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan membagi ilmu kepada penulis.
5. Prof. Dr. Drh R. Susanti, M.P selaku penguji utama yang berkenan menelaah dan memberikan masukan yang sangat berarti dalam penulisan skripsi ini.
6. Drs. Krispinus Kedati Pukan, M.Si. selaku penguji kedua yang telah meluangkan waktu untuk menelaah dan memberikan saran kepada penulis.

7. Muhammad Abdullah, S.Si., M.Sc sebagai dosen wali yang mengarahkan untuk segera menyelesaikan skripsi ini.
  8. Kepala Laboratorium dan Staf Laboratorium Jurusan Biologi atas semua pelayanan dan fasilitas untuk mahasiswa dalam menyelesaikan penelitian.
  9. Keluargaku yang selalu mensupport dan mendo'akan.
  10. Keluarga Rombel 1 Biologi 2016 yang selalu memberikan semangat dan saran dalam penyusunan skripsi ini.
  11. Fadilatul Chulaiwiyah dan Nur Hikmah selaku teman dan tim penelitian tebu
  12. Keluarga vita kos yang selalu memberikan do'a dan semangat
  13. Seluruh pihak terkait yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang turut membantu, menyemangati dan mendoakan selama penyusunan skripsi.
- Akhirnya penulis mengucapkan terima kasih kepada pembaca yang telah berkenan membaca skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Semarang, 27 Juli 2020

Penulis

## ABSTRAK

Lathifah, Umi. 2020. *Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder dan Aktivitas Antioksidan Daun Tebu*. Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Talitha Widiatningrum S.Si., M.Si., Ph.D.

**Kata kunci:** daun tebu, metabolit sekunder, aktivitas antioksidan.

Tebu (*Saccharum offinarum*) adalah tanaman yang dijadikan sebagai bahan pokok pembuatan gula. Namun demikian, sepanjang proses pembuatan gula ini, terdapat limbah. Jumlah terbesar limbah adalah dari daun dan bagas yang mencapai 16,7 juta ton pertahun. Oleh karena itu limbah daun tebu perlu diolah agar menjadi lebih fungsional untuk memenuhi kebijakan *zero waste industry*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi tebu sebagai salah satu sumber fitofarmaka dengan (1) mengidentifikasi senyawa metabolit sekunder dan (2) aktivitas antioksidan daun tebu yang diberikan perlakuan kering angin, kering oven dan tanpa pengeringan. Prosedur penelitian mencakup ekstraksi maserasi dan analisis laboratorium untuk mencapai tujuan yang terdiri dari (1) uji golongan metabolit sekunder dengan konfirmasi melalui LC-MS serta (2) uji aktivitas antioksidan dengan DPPH. Penelitian ini berlangsung dari bulan November 2019-Juli 2020. Hasil penelitian pada uji golongan metabolit sekunder secara biokimia memperoleh adanya 4 jenis senyawa yaitu alkaloid, flavonoid, tanin, dan fenolik yang terkandung dalam daun tebu. Konfirmasi dengan LC-MS menunjukkan hasil yang agak berbeda, karena senyawa-senyawa yang ditemukan dari LC-MS merupakan golongan alkaloid, flavonoid, tanin, steroid, terpenoid dan fenolik. Kandungan senyawa ini relatif tidak berbeda baik untuk yang kering angin, kering oven maupun tanpa pengeringan. Uji aktivitas antioksidan tebu yang dilakukan dengan DPPH menunjukkan bahwa nilai aktivitas antioksidan paling besar adalah preparasi daun kering oven yaitu 40,22. Pada preparasi daun kering angin, aktivitas antioksidan berada pada kategori sedang yaitu 94,79, sedangkan melalui preparasi daun segar, nilai aktivitas antioksidannya paling rendah yaitu 237,95. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pada daun tebu dapat ditemukan 4 golongan senyawa metabolit sekunder dengan nilai aktivitas antioksidan akan lebih optimal jika pada daun diperlakukan preparasi kering oven.

## DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
PENGESAHAN .....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
<b>BAB</b>	
1. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Penegasan Istilah .....	5
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Tebu ( <i>Saccharum offinarum</i> ) .....	7
2.2 Preparasi dan Ekstraksi .....	8



2.3 Metabolit Sekunder .....	9
2.4 Aktivitas Antioksidan.....	13
2.5 LC-MS (Liquid Chromatograph – Mass Spectrometry) .....	15
2.6 Kerangka Berpikir .....	16
3. METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	17
3.2 Subjek Penelitian.....	17
3.3 Variabel Penelitian .....	17
3.4 Rancangan Penelitian .....	17
3.5 Alat dan Bahan Penelitian .....	18
3.6 Prosedur Penelitian.....	19
3.7 Analisis Data .....	22
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Hasil Penelitian.....	23
4.2 Pembahasan .....	30
5. SIMPULAN DAN SARAN .....	42
5.1 Simpulan.....	42
5.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA .....	43
LAMPIRAN.....	52

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Alat Penelitian.....	18
3.2 Bahan Penelitian.....	19
4.1 Hasil Uji Golongan Senyawa Metabolit Sekunder .....	22
4.2 Jenis-jenis Senyawa Metabolit Sekunder Hasil Uji LC-MS .....	25
4.3 Hasil Uji Aktivitas Antioksidan .....	24
4.4 Nilai IC <sub>50</sub> pada Sampel .....	24
4.5 Hasil Rendemen Sampel .....	25

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Tebu Varietas NXI 1-3.....	7
2.2 Struktur Flavonoid .....	10
2.3 Struktur Alkaloid.....	10
2.4 Struktur Saponin .....	11
2.5 Struktur Tanin .....	11
2.6 Struktur Fenol .....	12
2.7 Struktur Steroid.....	12
2.8 Mekanisme DPPH Akseptor .....	13
2.9 Kerangka Berpikir.....	16
3.1 Alur Penelitian .....	18
4.1 Hasil LC-MS Sampel Segar .....	23
4.2 Hasil LC-MS Sampel Kering angin .....	24
4.3 Hasil LC-MS Sampel Kering Oven .....	24
4.4 Reaksi Alkaloid dengan Pereaksi Meyer .....	30
4.5 Reaksi Tanin dengan $\text{FeCl}_3$ .....	30
4.5 Reaksi $\text{FeCl}_3$ dengan Fenol.....	31

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil Uji Metabolit Sekunder .....	53
2. Hasil Uji Aktivitas Antioksidan .....	55
3. Hasil LC-MS .....	59

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara agraris yang memiliki sektor pertanian dan perkebunan cukup beragam. Salah satu komoditas perkebunan yang memiliki peran strategis dalam mendorong perekonomian nasional adalah tanaman tebu (Kurniawan, 2016). Data Badan Pusat Statistik Indonesia tahun 2017 menunjukkan bahwa areal perkebunan tebu di Indonesia memiliki luas sekitar 420,15 ribu Ha. Pada tahun tersebut, jumlah produksi tebu sebanyak 294.031,48 ton per tahun (Kumalasari *et al.*, 2019). Produksi tebu ini cenderung mengalami kenaikan selama 30 tahun terakhir seiring kemajuan teknologi yang digunakan (Apriawan *et al.*, 2015). Wilayah produksi perkebunan tebu terbesar di Indonesia adalah Jawa Timur yaitu 1.146,7 ribu ton pertahun, Lampung dengan produksi 599,7 ribu ton per tahun, dan Jawa Tengah dengan jumlah produksi sebanyak 134,8 ton per tahun. Salah satu pabrik gula yang ada di Jawa Tengah adalah pabrik gula Rendeng di Kudus (Badan Pusat Statistik, 2017).

Pada proses pembuatan gula, terdapat sisa tebu yang meliputi limbah daun, bagas, pucuk tebu, dan molasse. Limbah yang terbanyak ditemukan adalah limbah daun dan bagas yang mencapai 16,7 juta ton pertahun (Khuluq, 2018). Limbah tersebut umumnya belum akan dimanfaatkan jika belum diketahui efek fisiologisnya sehingga terbuang sia-sia.

Duarte *et al.* (2011) menyatakan bahwa pada batang tebu terdapat flavonoid dan fenilpropanoid yang memiliki aktivitas antioksidan tinggi. Lilin tebu atau lapisan putih pada permukaan daun dan batang tebu mengandung asam lemak, steroid, dan terpenoid. Lilin tebu dimanfaatkan dalam bidang industri, kosmetik, dan farmasi. Selain itu, pada jus tebu juga mengandung senyawa polifenol, asam hidrosikinamat, dan turunan dari senyawa flavon. Senyawa fitokimia pada batang tebu juga telah

diteliti memiliki aktivitas antihepatotoksik dan aktivitas antihiperlipidemik. Senyawa campuran asam lemak dari lilin tebu yang diujikan pada tikus memiliki efek anti inflamasi (Singh *et al.*, 2015). Namun demikian, dari sejumlah penelitian terkait dengan tebu dan pemanfaatannya, kandungan senyawa pada daun tebu belum banyak diteliti dan belum diketahui potensinya.

Limbah daun tebu atau kletekan dilepas dari batangnya sebanyak 3-4 lembar pada saat tebu berumur 4, 6, dan 8 bulan. Limbah daun tebu ini umumnya hanya dimanfaatkan untuk pakan ternak, dibuang atau dibakar. Limbah daun tebu perlu diolah agar tidak mencemari lingkungan terutama jika limbah ini kemudian dibakar dan menimbulkan polusi udara. Pemanfaatan limbah secara optimal, yang meliputi batang hingga daun tebu dapat menciptakan iklim *zero waste industry*. Sistem *zero waste* telah disarankan untuk diterapkan pada pertanian dan perkebunan di beberapa daerah dan negara antara lain pada tanaman padi, palawija, dan tebu (Ali, Yusuf & Syamsu, 2011).

Daun merupakan bagian tanaman yang banyak memiliki manfaat. Sebagian besar dari daun tanaman di dunia (52,08%) digunakan sebagai obat tradisional (Sada & Tanjung, 2010). Hal ini diduga adanya skema metabolisme berikut. Di dalam daun terjadi proses fotosintesis yang mengubah senyawa anorganik menjadi senyawa organik (Dalimunthe, 2017). Dalam proses fotosintesis tersebut, dihasilkan produk metabolit primer seperti karbohidrat. Karbohidrat akan diubah menjadi metabolit primer yang lain, seperti lipid dan protein. Proses biosintesis metabolit primer akan membentuk metabolit sekunder melalui jalur biosintesis asam sikimat, jalur asam malonat, dan jalur asam mevalonat (Dhaniaputri, 2016). Metabolit sekunder merupakan senyawa yang tidak diperlukan sel untuk kelangsungan hidup, tetapi berperan dalam interaksi sel dengan lingkungannya sebagai perlindungan melawan tekanan biotik dan abiotik. Terdapat tiga golongan utama senyawa metabolit sekunder yaitu terpenoid, alkaloid, dan fenolik (Kabera *et al.*, 2014). Sekitar 14-28% ekstrak tanaman digunakan sebagai obat-obatan, dan 74% digunakan sebagai obat tradisional (Cavoski, Caboni, & Miano, 2011). Uji keberadaan senyawa metabolit sekunder pada

tanaman bertujuan untuk mengungkap potensi sumberdaya tanaman yang dapat dimanfaatkan dalam bidang farmakologi sebagai bahan pembuatan obat (Ergina *et al.*, 2014). Beberapa senyawa metabolit sekunder memiliki aktivitas antioksidan yang dapat menangkal radikal bebas (Veranda *et al.*, 2016).

Senyawa antioksidan dapat mengatasi kerusakan oksidatif yang disebabkan oleh radikal bebas di dalam tubuh sehingga antioksidan dapat mencegah berbagai penyakit (Syarif *et al.*, 2015). Antioksidan juga memiliki peranan sebagai agen pereduksi untuk menghambat reaksi oksidatif serta dapat memelihara sistem metabolisme di dalam tubuh (Adawiah *et al.*, 2015). Antioksidan dapat diperoleh dari dalam maupun dari luar tubuh, akan tetapi antioksidan yang dihasilkan dari dalam tubuh tidak cukup untuk menghambat stress oksidatif. Oleh karena itu diperlukan antioksidan dari luar tubuh. Antioksidan dari luar tubuh dapat diperoleh dari berbagai macam tanaman yang memiliki kandungan antioksidan yang tinggi maupun antioksidan sintetis seperti BHA, namun antioksidan sintetis memiliki efek karsinogenik bagi tubuh (Fitri, 2014).

Di dalam tubuh, radikal bebas terbentuk secara alami dari hasil samping proses metabolisme tubuh. Radikal bebas menjadi salah satu faktor yang dapat menimbulkan berbagai penyakit karena sangat reaktif menyerang molekul-molekul tubuh. Radikal bebas akan bereaksi dengan sel-sel tubuh melalui reaksi oksidasi sehingga dapat menyebabkan penyakit seperti kanker, penuaan dini, dan jantung koroner. Oleh karena itu tubuh memerlukan substansi untuk menangkal radikal bebas. Aktivitas antioksidan dari suatu tanaman dapat diketahui dengan menggunakan uji antiradikal bebas dengan DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl), nilai aktivitas antioksidan dari hasil pengujian dengan DPPH dinyatakan dalam  $IC_{50}$  (Syarif *et al.*, 2015).

Berdasarkan uraian di atas, maka daun tebu diduga juga memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder yang bermanfaat bagi makhluk hidup. Tahap awal untuk mengetahui potensi fitofarmaka suatu tanaman yaitu dengan menguji kandungan senyawa metabolit yang ada di dalamnya. Proses pengujian metabolit sekunder

dimulai dengan preparasi dan ekstraksi. Preparasi adalah proses perlakuan sampel sebelum diekstraksi yang bertujuan untuk mempertahankan kandungan biomolekul dari tanaman (Azwanida, 2015). Pada sampel daun tebu dilakukan tiga macam preparasi yaitu kering angin, kering oven, dan tanpa pengeringan atau daun segar. Pengeringan bertujuan untuk menurunkan kadar air dan memperlambat kerusakan produk (Huriawati, Yuhanna, & Mayasari, 2016). Ekstraksi adalah suatu proses pemisahan senyawa atau bahan dari komponen lainnya dengan menggunakan pelarut yang sesuai (Tetti, 2014). Etanol termasuk pelarut yang sering digunakan dalam proses ekstraksi karena memiliki polaritas tinggi (Wati *et al.*, 2017).

Latar belakang penelitian di atas mengungkapkan bahwa telah dilakukan penelitian yang mengkaji manfaat dari tebu. Namun demikian, belum ada penelitian yang mengkaji manfaat dari limbah daun tebu. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mendeterminasi hal tersebut. Pada penelitian ini, identifikasi senyawa metabolit sekunder dan aktivitas antioksidan daun tebu dilakukan sebagai langkah awal untuk mengetahui jenis metabolit sekunder dan manfaatnya yang berpotensi sebagai sumber fitofarmaka. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dalam rangka memanfaatkan limbah daun tebu sebagai sumber fitofarmaka.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Senyawa metabolit sekunder apa saja yang terkandung dalam daun tebu kering angin, kering oven, dan daun segar?
2. Bagaimana aktivitas antioksidan pada daun tebu kering angin, kering oven, dan daun segar?



### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Mengidentifikasi senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam daun tebu kering angin, kering oven, dan daun segar.
2. Mengetahui aktivitas antioksidan pada daun tebu kering angin, kering oven, dan daun segar.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Memberikan informasi kepada mahasiswa maupun masyarakat mengenai kandungan senyawa metabolit sekunder dan aktivitas antioksidan pada daun tebu.
2. Memberikan sumbangan pemikiran dan informasi bagi peneliti lain yang ingin mengembangkan penelitian lebih lanjut dan mendalam.

### **1.5 Penegasan Istilah**

#### **1. Daun tebu**

Daun tebu adalah bagian dari tanaman tebu, merupakan daun tidak lengkap karena hanya terdiri atas pelepah dan helaian daun. Daun tebu yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari pohon tebu varietas NXI 1-3 yang berumur 11 bulan, diperoleh dari perkebunan tebu PG Rendeng Kudus. Daun yang digunakan adalah 5 helaian daun terbawah dari setiap tanaman tebu.

#### **2. Preparasi dan Ekstraksi**

Preparasi adalah proses perlakuan awal daun tebu yang bertujuan mempertahankan kandungan biomolekul dari tanaman. Variasi preparasi dilakukan untuk mencari metode preparasi yang paling optimal untuk menghasilkan kualitas senyawa yang paling baik. Pada penelitian ini menggunakan 3 metode preparasi yaitu: kering angin dengan cara memotong daun tebu menjadi berukuran kecil kemudian disimpan di ruang preparasi; kering oven yang dilakukan dengan cara memasukkan daun tebu yang telah dipotong kecil-kecil ke dalam oven pada suhu

40°C; serta tanpa pengeringan yaitu daun tebu hanya dipotong kecil-kecil. Selanjutnya adalah ekstraksi sebagai proses pemisahan senyawa metabolit sekunder dari bahan debris tanaman. Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan pelarut etanol.

### 3. Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder

Identifikasi senyawa metabolit sekunder adalah proses mengidentifikasi senyawa yang terkandung dalam daun tebu, meliputi uji golongan senyawa metabolit secara biokimia dan deteksi menggunakan LC-MS untuk mengetahui jenis-jenis senyawa metabolit yang memiliki aktivitas antioksidan pada daun tebu. Proses identifikasi golongan senyawa metabolit sekunder secara biokimia dengan mendeteksi keberadaan golongan senyawa alkaloid, fenolik, flavonoid, saponin, tannin, steroid dan terpenoid. Konfirmasi masing-masing senyawa dari golongan tersebut dilakukan melalui LCMS.

### 4. Aktivitas antioksidan

Aktivitas antioksidan adalah aktivitas peredaman radikal bebas yang dihasilkan oleh senyawa antioksidan. Pada uji aktivitas antioksidan, sampel diuji menggunakan larutan DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl). Nilai aktivitas antioksidan pada sampel dinyatakan dalam  $IC_{50}$  yang menunjukkan besarnya aktivitas antioksidan.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tebu (*Saccharum officinarum* L.)

Tebu merupakan salah satu tanaman monokotil dari famili poaceae, tumbuh pada iklim tropis. Batang tebu beruas-ruas dan dibatasi dengan buku-buku, memiliki lapisan lilin yang tipis, biasanya batang tebu berdiameter 3-4 cm dan tingginya mencapai 2-5 m. Akar tebu termasuk akar serabut. Bangun daunnya berbentuk pita, berseling kanan kiri dan tidak bertangkai. Bunga tebu berupa malai dengan panjang antara 50-80 cm (BPTP, 2014). Tanaman tebu terlihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Tebu varietas NXI 1-3 (Litbang, 2012).

Klasifikasi dari tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae  
Divisi : Spermatophyta  
Subdivisi : Angiospermae  
Kelas : Monocotyledone  
Ordo : Graminales  
Famili : Poaceae  
Genus : Saccharum  
Spesies : *Saccarum officinarum* L (Indrawanto *et al.*, 2010).

Tebu varietas NXI 1-3 adalah varietas unggul hasil penelitian PTPN XI (persero) (Litbang Induk, 2012). Batang tebu memiliki kandungan nutrisi seperti protein, serat kasar, lemak, kadar abu (Khuluq, 2018). Batang tebu mengandung senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, fenolik, asam linoleat, dan memiliki aktivitas antioksidan yang kuat (Duarte *et al.*, 2011).

Tebu menghasilkan limbah meliputi daun, pucuk, bagas, dan molase yang biasa dimanfaatkan sebagai pakan ternak, namun pemanfaatan limbah tersebut belum optimal dan diharapkan terdapat inovasi untuk mengolah limbah tebu sehingga tercapai sistem *zero waste*, yaitu limbah dapat dimanfaatkan semua dan tidak ada yang terbuang serta tidak mencemari lingkungan (Khuluq, 2018). Pada penelitian ini daun tebu diperoleh dari perkebunan tebu di Kudus. Kudus adalah salah satu kota di Jawa Tengah yang memiliki perkebunan tebu dan memiliki pabrik gula. Kudus terletak pada ketinggian rata-rata 31 m di atas permukaan laut, beriklim tropis, serta memiliki jenis tanah mediteran coklat tua dan mediteran coklat kemerahan sehingga cocok ditanami tebu (Badan Pusat Statistik, 2012).

## **2.2 Preparasi dan Ekstraksi**

Tahap awal untuk mengidentifikasi metabolit sekunder dimulai dengan proses preparasi dan ekstraksi sampel. Preparasi yaitu proses perlakuan sampel sebelum diekstraksi yang bertujuan mempertahankan kandungan biomolekul dari tanaman (Azwanida, 2015). Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kandungan air pada sampel. Suhu yang digunakan berpengaruh pada lamanya waktu pengeringan, semakin tinggi suhu pengeringan maka proses transpirasi semakin cepat (Luliana, Purwanti, & Manihuruk, 2017). Pengeringan menggunakan oven dapat mengurangi kadar air dalam jumlah besar dalam waktu yang singkat (Wahyuni, Guswandi, & Rivai, 2017). Kering angin dilakukan di tempat yang teduh dan tidak terkena sinar matahari secara langsung serta membutuhkan waktu yang lebih lama (Tapotubun, 2018). Lamanya waktu pengeringan berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan,

semakin lama waktu pengeringan, aktivitas antioksidan semakin turun karena sifat antioksidan tidak tahan terhadap proses pemanasan (Yamin, Ayu & Hamzah, 2017).

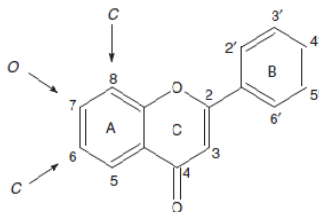
Ekstraksi yaitu proses pemisahan senyawa atau bahan dari komponen lainnya menggunakan pelarut yang sesuai (Tetti, 2014). Pada penelitian ini pelarut yang digunakan adalah etanol, karena etanol dapat menarik senyawa yang bersifat polar (Dia *et al.*, 2015). Etanol memiliki polaritas tinggi dan lebih efisien dalam proses ekstraksi karena dapat meningkatkan permeabilitas dinding sel (Wati *et al.*, 2017). Proses ekstraksi yang digunakan adalah metode maserasi, yaitu dengan merendam sampel dalam pelarut etanol. Selama proses perendaman sampel, akan terjadi plasmolisis dan senyawa yang terdapat dalam sitoplasma dapat larut dalam pelarut etanol (Ningsih & Zusfahair, 2016).

### **2.3 Metabolit Sekunder**

Metabolit sekunder diklasifikasikan dalam tiga kelompok yaitu terpenoid, fenolik, dan alkaloid (Bizzo *et al.*, 2012). Senyawa metabolit sekunder tidak berperan langsung untuk kehidupan tumbuhan namun berperan dalam interaksi sel dengan lingkungannya, seperti untuk perlindungan tanaman melawan tekanan biotik dan abiotik. Metabolit sekunder biasanya digunakan sebagai bahan obat-obatan, perasa, wewangian, insektisida dan lain-lain (Pagare *et al.*, 2015). Metabolit sekunder dibentuk oleh tanaman di luar jalur biosintesis karbohidrat dan protein. Jalur pembentukan metabolit sekunder ada tiga, yaitu jalur asam malonat contohnya palmitat, oleat, linoleat. Jalur asam mevalonat contohnya steroid, terpenoid, saponin. Dan jalur asam sikhimat contohnya, fenol, asam benzoic, lignin, tanin, quinon (Mariska, 2015).

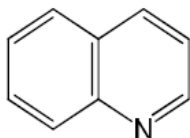
Flavonoid turunan dari senyawa fenolik termasuk kelompok senyawa metabolit sekunder yang terbesar dan paling luas karena memiliki 6500 lebih kelas. Struktur senyawa flavonoid terlihat pada Gambar 2.2. Pembagian subkelas flavonoid berdasarkan pada sifat strukturalnya. Golongan utama dari kelas flavonoid yaitu flavon, isoflavon, flavanon, flavonol, kalkon, antosianin (Corradini *et al.*, 2011).

Beberapa senyawa flavonoid memiliki aktifitas sebagai antibakteri, antioksidan, dan antiinflamatori (Arifin & Ibrahim, 2018).



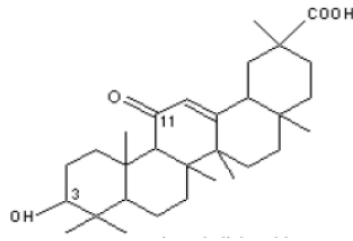
Gambar 2.2 Struktur flavonoid (Corradini *et al.*, 2011).

Senyawa alkaloid memiliki paling sedikit satu atom nitrogen. Struktur senyawa alkaloid terlihat pada Gambar 2.3. Turunan dari alkaloid antara lain adalah piridin, piperidin, izoquinolon, fenetylamin, terpen, dan sebagainya (Cadar *et al.*, 2015). Senyawa alkaloid terutama indol dapat menghentikan reaksi radikal bebas. Selain itu turunan alkaloid yang juga memiliki aktivitas antioksidan adalah quinolone dan melatonin (Juniarti, 2011). Pada uji alkaloid dengan pereaksi meyer akan terbentuk endapan warna putih, sedangkan dengan pereaksi dragendorff akan terbentuk endapan berwarna jingga (Nugrahani *et al.*, 2016).



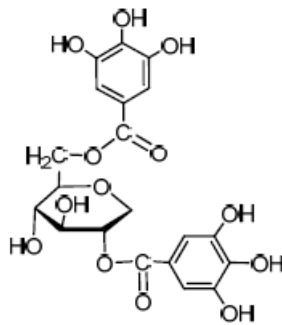
Gambar 2.3 Struktur alkaloid (Nugrahani *et al.*, 2016).

Senyawa saponin merupakan senyawa glikosida dari triterpen dan steroid yang terbentuk dari jalur mevalonat (saponin). Struktur senyawa saponin terlihat pada Gambar 2.4. Saponin tersebar merata pada bagian akar, batang, daun, dan buah. Senyawa saponin banyak dimanfaatkan sebagai antibakteri, antifungi, menurunkan konsentrasi kolesterol, dan menghambat sel tumor (Purnamaningsih, 2017). Senyawa saponin tersebar luas pada tanaman dan rata-rata memiliki gugus  $-OH$  (Bintoro *et al.*, 2017). Senyawa saponin akan menimbulkan busa jika dikocok dalam air, saponin larut dalam air dan alkohol tapi tidak larut dalam eter (Illing *et al.*, 2017).



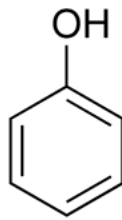
Gambar 2.4 Struktur saponin (Illing *et al.*, 2017).

Kompleks senyawa polifenol yang terbagi menjadi dua kelompok yaitu tanin terhidrolisis dan tanin terkondensasi. Struktur senyawa tanin terlihat pada gambar 2.5. Dalam tumbuhan tanin memiliki peran sebagai antitumor, antibakteri, antioksidan (Okuda & Ito, 2011).



Gambar 2.5 Struktur tanin (Okuda & Ito, 2011).

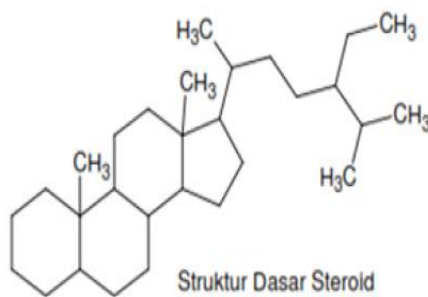
Senyawa fenolik adalah kelompok terbesar senyawa yang disintesis oleh buah-buahan, sayur, dan tanaman lain. Struktur senyawa fenol terlihat pada Gambar 2.6. Senyawa fenolik dibagi menjadi empat kelompok utama, yaitu fenolik dengan cincin aromatik, kuionon, dan polimer (Kabera *et al.*, 2014). Senyawa fenol memiliki satu gugus hidroksil pada penyusunnya. Senyawa fenol memiliki aktivitas antioksidan, semakin tinggi kandungan fenol suatu tanaman maka semakin kuat aktivitas antioksidannya (Badriyah, 2017).



Gambar 2.6 Struktur fenol (Kabera *et al.*, 2014).

Terpenoid biasanya dimanfaatkan untuk pengobatan tradisional, selain itu terpenoid memiliki fungsi sebagai pertahanan terhadap tekanan biotik dan abiotik, sebagai antibakteri, antineoplastik, dan fungsi farmasi lainnya. Sifat umum dari terpenoid adalah larut dalam pelarut organik, merupakan senyawa tak jenuh, siklik, mengalami polimerisasi dan dehidrogenasi, mudah teroksidasi (Yadav *et al.*, 2014).

Steroid dibentuk oleh bahan alam yang disebut sterol dan berfungsi sebagai pelindung untuk menolak serangga dan serangan mikroba (Ningsih & Zuhasfair, 2016). Struktur steroid memiliki cincin siklopentana sebagai kerangka dasarnya. Pada umumnya steroid berfungsi sebagai hormon (Illing *et al.*, 2017). Struktur senyawa steroid terlihat pada Gambar 2.7.



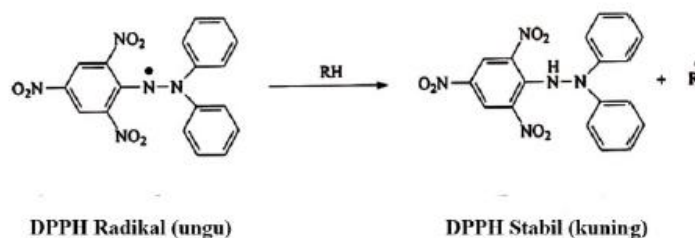
Gambar 2.7 Struktur steroid (Illing *et al.*, 2017).



## 2.4 Aktivitas Antioksidan

Antioksidan dapat menetralkan radikal bebas. Antioksidan banyak ditemukan pada tumbuhan yang memiliki kandungan flavonoid dan polifenol yang tinggi (Yashin *et al.*, 2017). Antioksidan dapat mengurangi radikal bebas dengan cara menghambat ekspresi enzim penghasil radikal bebas (Lii *et al.*, 2010). Antioksidan dibedakan menjadi dua jenis yaitu antioksidan enzimatis contohnya adalah enzim katalase, superoksida dismutase, dan antioksidan non enzimatis contohnya vitamin C, vitamin E, karotenoid, dan flavonoid (Flora, 2009). Antioksidan alami dapat bersumber dari sayuran, buah-buahan, dedaunan, rempah-rempah, biji-bijian (Junaidi, 2007).

Aktivitas antioksidan diuji menggunakan larutan DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl). Uji DPPH digunakan untuk mengetahui aktivitas peredaman radikal bebas setelah diberikan senyawa antioksidan alami. DPPH adalah molekul radikal bebas berwarna ungu yang dapat berubah menjadi warna kuning jika direaksikan dengan antioksidan (Juniarti, 2011). Mekanisme perubahan warna pada DPPH terlihat pada gambar 2.8. Perubahan warna tersebut menunjukkan adanya aktivitas antioksidan karena donor elektron dari senyawa antioksidan sehingga DPPH tereduksi (Roshadi *et al.*, 2013).



Gambar 2.8 Mekanisme DPPH akseptor (Juniarti, 2011).

Pengukuran aktivitas antioksidan menggunakan spektrofotometer untuk mengetahui absorbansi sampel dan menghitung persen inhibisi. Persen inhibisi

digunakan untuk menentukan persentase hambatan suatu bahan terhadap radikal bebas. Perhitungan persen inhibisi menggunakan persamaan berikut:

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{\text{serapan blanko} - \text{serapan sample}}{\text{serapan blanko}} \times 100\%$$

Nilai dari besarnya aktivitas antioksidan dinyatakan dengan nilai  $IC_{50}$  yang menunjukkan besarnya larutan sampel untuk dapat menghambat radikal bebas sebesar 50%.  $IC_{50}$  dihitung menggunakan rumus persamaan regresi linier yang diperoleh dari kurva hubungan antara persen inhibisi terhadap konsentrasi sampel. (Wahdaningsih *et al.*, 2011). Nilai  $IC_{50}$  dihitung dengan persamaan berikut :

$$Y = A(X) + B$$

Nilai X merupakan nilai  $IC_{50}$  dan Y bernilai 50, dari persamaan tersebut dapat diketahui aktivitas antioksidan pada sampel. Nilai dari aktivitas antioksidan dibedakan menjadi 4 level, yaitu aktivitas lemah dengan nilai  $IC_{50}$  250-500 ppm, aktivitas sedang dengan nilai  $IC_{50}$  100-250 ppm, aktivitas kuat dengan nilai  $IC_{50}$  50-100 ppm, dan aktivitas sangat kuat jika nilai  $IC_{50} < 50$  ppm ( Hanin & Pratiwi, 2017). Radikal bebas memiliki elektron bebas yang tidak berpasangan sehingga sangat reaktif. Radikal bebas dapat bersumber dari eksternal maupun internal. Radikal bebas internal terbentuk dari produk samping pembentukan energi di dalam mitokondria dari proses oksidasi yaitu *Reactive Oxygen Species* (ROS), sedangkan radikal bebas eksternal dapat bersumber dari polusi, rokok, sinar X, sinar matahari, obat kimia (Khaira, 2016).

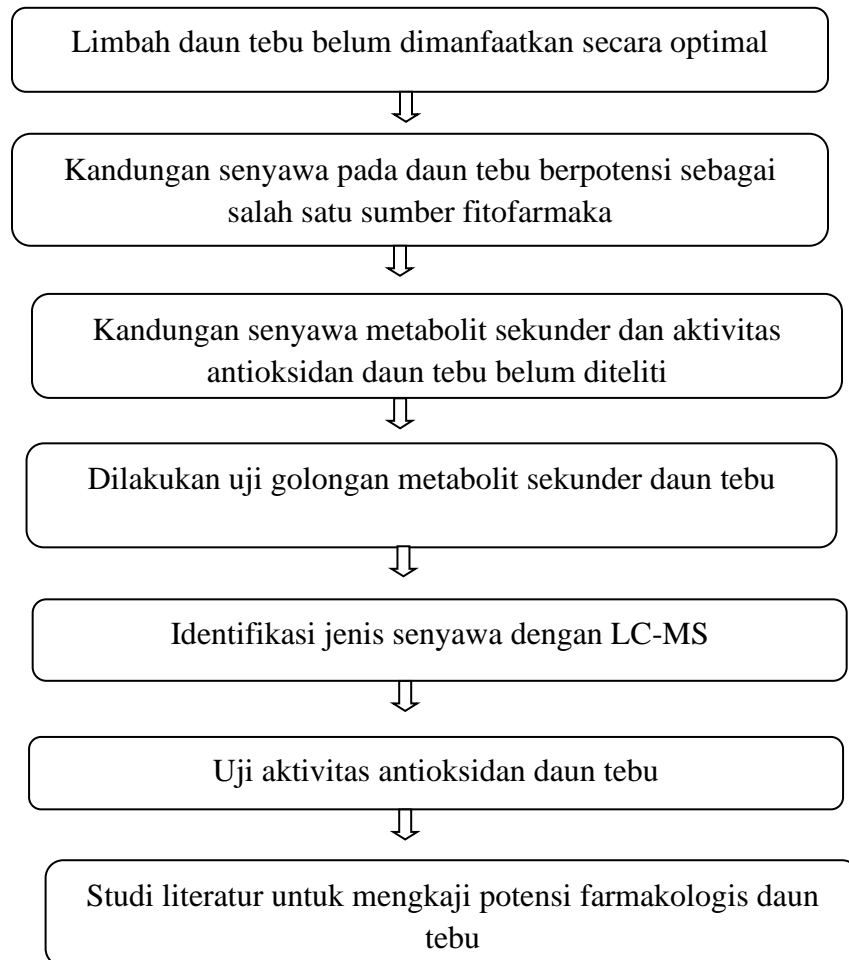
Radikal bebas membawa dampak negatif bagi tubuh karena dapat merusak molekul biologis seperti kerusakan DNA, kerusakan protein, lemak, dan dapat meningkatkan stres oksidatif (Phaniendra *et al.*, 2015). Reaksi kerusakan molekul bebas terjadi karena peningkatan oksigen reaktif Species (ROS) melebihi antioksidan endogen sehingga radikal bebas bereaksi dengan sel di dalam tubuh dan menyebabkan kerusakan. Stres oksidatif dapat disebabkan oleh aktivitas fisik atau sistem kekebalan tubuh (Sinaga, 2017). Stres oksidatif menyebabkan berbagai

penyakit seperti penyakit kanker, asma, diabetes mellitus, kardiovaskuler, neurodegeneratif (Phaniendra *et al.*, 2015).

## **2.5 LC-MS (Liquid Chromatograph-Mass Spectrometry)**

Liquid Chromatography-Mass Spectrometry (LC-MS) merupakan teknik analisis yang menggabungkan pemisahan kromatografi cair kinerja tinggi dengan detektor spektrometer massa (Kumar & Vijayan, 2014). Kromatografi adalah teknik pemisahan campuran zat kimia berdasarkan perbedaan migrasi masing-masing komponen campuran yang terpisah pada fase diam di bawah pengaruh fase gerak. Keunggulan dari kromatografi cair kinerja tinggi yaitu ketepatan analisis untuk memisahkan senyawa yang tidak tahan terhadap pemanasan. Spektrometer massa dapat memisahkan molekul yang terionisasi berdasarkan perbedaan rasio massa permuatan (Kumar & Vijayan, 2014). Spektrometer massa biasanya digunakan untuk menentukan massa suatu molekul, menentukan rumus molekul dengan menggunakan spektrum massa beresolusi tinggi, mengetahui informasi dari struktur dengan melihat pola fragmentasinya (Dachriyanus, 2004). LC-MS dapat digunakan untuk identifikasi, karakterisasi, dan kuantifikasi senyawa kimia berdasarkan massa dan fragmentasi molekul. LC-MS dapat diterapkan pada sebagian besar senyawa organik, senyawa polar, dapat digunakan untuk mengidentifikasi metabolit dan bioanalisis suatu obat. Kelebihan dari LC-MS tidak ada batasan massa molekul atau polaritas dari senyawa, persiapan sampel lebih sederhana, spesifisitas dan sensitivitasnya lebih tinggi (Voseger & Parhofer, 2007). Kolom sebagai fase diam dan fase geraknya adalah larutan yang disuntikkan. Hasil dari analisis LC-MS adalah kromatogram berupa *peak* (puncak) dan bobot molekul dari suatu senyawa sehingga dapat diketahui jenis senyawa yang dianalisis (Mangurana, Yusnaini, & Sahidin, 2019).

## 2.6 Kerangka Berpikir



Gambar 2.9 Kerangka Berpikir

## **BAB 5**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Simpulan**

1. Senyawa metabolit sekunder yang memiliki aktivitas antioksidan dan terkandung dalam preparasi kering angin, kering oven, dan segar adalah naringenin, kaempferol, quercetin, asam galat, isoeugenol, asam caffeic, asam ferulic, stigmasteriol, dan giberelin. Sedangkan perbedaan senyawa yang ditemukan dari ketiga metode preparasi adalah senyawa piridoksin, giberelin, peonidin-3-glucoside, ascorbic acid, dan  $\alpha$ -tocopherol.
2. Dari 3 macam preparasi yang dilakukan, Sampel kering angin dengan nilai  $IC_{50}$  94,79 termasuk kategori kuat. Pada sampel kering oven dengan nilai  $IC_{50}$  40,22 masuk dalam kategori sangat kuat. Sedangkan pada sampel segar dengan nilai  $IC_{50}$  237,95 masuk kategori lemah. Dari penelitian ini antioksidan akan lebih optimal jika pada daun diperlakukan preparasi kering oven.

#### **5.2 Saran**

1. Penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar penelitian lanjutan dibidang farmakologi dengan mengetahui secara awal potensi dari masing-masing senyawa yang terkandung dalam daun tebu.
2. Penggunaan fraksinasi bertingkat akan dapat menentukan senyawa yang lebih tepat untuk penggunaan dibidang Kesehatan.

## Daftar Pustaka

- Adawiah, A., Sukandar, D. & Muawanah, A. (2015). Aktivitas Antioksidan dan Kandungan Komponen Bioaktif Sari Buah Nam-Nam . *Jurnal Kimia Valensi*, 130-136.
- Addisu, S. (2016). Effect of Dietary Tannin Source Feeds on Ruminal Fermentation and Production of Cattle: A Review. *Online J. Anim. Feed Res*, 6(2),45-46.
- Afriani Astri. (2017). Isolasi Bakteri Endofit Asal Tanaman Tebu dan Potensinya sebagai Agen Biokontrol dan Pemacu Pertumbuhan. *Agrosamudra, Jurnal Penelitian*, 4(2).
- Agustina, E. (2017). Uji Aktivitas Senyawa Antioksidan dari Ekstrak Daun Tiin (*Ficus carica* L) dengan Palarut Air, Metanol, dan Campuran Metanol-Air . *Klorofil : Jurnal Ilmu Biologi dan Terapan*, 1(1).
- Aini, N., Purwono, B., & Tahir, I. (2007). Structure Antioxidant Activities Relationship Analysis of Isoeugenol, Eugenol, Vanilin, and Their Derivates . *Indonesian Journal of Chemistry*, 7(1), 61-66.
- Ali, H. M., Yusuf, M., & Syamsu, J. A. (2011). Prospek Pengembangan Peternakan Berkelanjutan Melalui Sistem Integrasi Tanaman-ternak Model Zero Waste di Sulawesi Selatan.
- Apriawan, D.C., Irham, I. & Mulyo, J.H. (2015). Analisis Produksi Tebu dan Gula di PT. Perkebunan Nusantara VII (Persero). *Agro Ekonomi*, 26(2), 159-167.
- Arifin, B & Ibrahim, S. (2018). Struktur Bioaktivitas dan Antioksidan Flavonoid. *Jurnal Zarah*, 6(1), 21-29.
- Astuti, J., & Rudiyansyah, G. (2013). Uji Fitokimia dan Ativitas Antioksidan Tumbuhan Paku Uban (*Nephrolepis biserrata* (Sw) Schott). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 2(2).
- Badriyah; Achmadi, & Joelal. (2017). Kelarutan Senyawa Fenolik dan Aktivitas Antioksidan Daun Kelor (*Moringa oleifera*) di Dalam Rumen Secara in Vitro. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 120-125.

- Bayani, F. (2016). Analisis Fenol Total dan Uji Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Buah Sentul (*Sandoricum koetjape* Merr). *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia* , 4(1), 55-69.
- Bintoro, A., Ibrahim, A.M., Situmeang, B., Kimia, J.K.S.T.A. & Cilegon, B. (2017). Analisi dan Identifikasi Senyawa Saponin dari Daun Bidara (*Zhizipus Mauritania* L) . *Jurnal I Tekimia*, 2(1), 84-94.
- Bizzo, H.R., Silveira, D & Gimenes, M.A. (2012). Damaris Silveira and Marcos. *Chromatography and its Application*, 131.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. (2012). *Statistik Indonesia*. Kudus: Badan Pusat Statistik.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. (2017). *Statistik Indonesia*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- [BPTP] Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. (2014). *Kementrian Pertanian*. Bandar Lampung : Balai Pengkajian Teknologi Pertanian.
- Bribi, N. (2018). Pharmacological Activity of Alkaloids : A Review. *Asian Journal Botany*, 1-6.
- Cadar, E., Tomescu, A., Erimia, C.L., Mustafa, A. & Sîrbu, R. (2015). The Impact of Alkaloids Structure from Natural Compounds on Public Health . *European Journal of Social Science Education and Research* , 2(4), 34-39.
- Cavoski, I., Caboni, P., & Miano, T. (2011). Natural Pesticides and Future Prospective. *Pesticides in The Modern World Pesticides Use and Management*, 169-190.
- Corradini, E., Foglia, P., Giansanti, P., Gubbiotti, R., Samperi, R. & Lagana, A. (2011). Flavonoids Chemical Properties and Analytical Methodologies of Identification and Quantitation in Foods and Plants. *Natural Product Research*, 25(5), 469-495.
- Dachriyanus, D. (2004). *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*. LPTIK Universitas Andalas.

- Dalimunthe, C.I. (2017). Prospek Pemanfaatan Metabolit Sekunder Tumbuhan sebagai Pestisida Nabati untuk Pengendalian Patogen pada Tanaman Karet. *Warta Perkaratan* , 36(1), 15-28.
- Darmawijaya, I.P. (2016). Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Daun Pancasona (*Tinospora coriaceae* B). *Virgin : Jurnal Ilmu Kesehatan dan Sains*, 1(1).
- Dhaniaputri, R. (2016). Matakuliah Struktur dan Fisiologi Tumbuhan sebagai Pengantar Pemahaman Proses Metabolisme Senyawa Fitokimia. *Research and Report*.
- Dhianawaty, D. (2015). Kandungan Total Polifenol dan Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Metanol Akar *Imperata cylindrica* (L) Beauv (Alang-Alang). *Majalah Kedokteran Bandung*, 47(1), 60-64.
- Dia, S.P.S., Nurjanah, N. & Jacob, A.M. (2015). Komposisi Kimia dan Aktivitas Antioksidan Akar, Kulit Batang, dan Daun Lindur. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan* , 201-219.
- Duarte-Almeida, J. M., Salatino, A., Genovese, M. I., & Lajolo, F. M. (2011). Phenolic Composition and Antioxidant Activity of Culms and Sugarcane (*Saccharum officinarum* L) Products. *Food Chemistry*, 125(2), 660-664.
- Dwicahyani, T., Sumardianto, S., & Rianingsih, L. (2018). Uji Bioaktivitas Ekstrak Teripang Keling *Holothuria Atra* sebagai Antibakteri *Staphylococcus Aureus* dan *Eschericia coli*. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 7(1), 15-24.
- Ergina, E., Nuryanti, S. & Pursitasari, I.D. (2014). Uji Kualitatif Senyawa Metabolit Sekunder pada Daun Palado (*Agave angustifolia*) yang Diekstraksi dengan Pelarut Air dan Etanol. *Jurnal Akademika Kimia* , 165-172.
- Espindola, K. M. M., Ferreira, R. G., Narvaez, L. E. M., Rosario, A. C. R. S., da Ailva, A. H. M., Silva, A. G. B., & Monteiro, M. C. (2019). Chemical and Pharmacological Aspects of Caffeic Acid and its Activity in Hepatocarcinoma. *Fontriers in Oncology*, 9.
- Fitri, N. (2014). Butylated Hydroxyanisole sebagai Bahan Aditif Antioksidan pada Makanan Dilihat dari Perspektif Kesehatan. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 4(1), 41-50.



- Flora, S.J. (2009). Structural, Chemical and Biological Aspects of Antioxidants for Strategies Against Metal and Metalloid Exposure. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2(4), 191-206.
- Guerreiro, S. G. (2019). Kaempferol : A Key Emphasis to its Anticancer Potential. *Molecules*, 24(12), 2277.
- Hameed, A., Hafizur, R. M., Khan, M. I., Jawed, A., Wang, H., Zhao, M., ... & Adhikari, A. (2019). Coixol Amplifies Glucose-stimulated Insulin Secretion Via cAMP Mediated Signaling Pathway. *European Journal of Pharmacology*, 858, 172514.
- Hanin, N.N.F. & Pratiwi, R. (2017). Kandungan Fenolik, Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Paku Laut (*Acrostichum aureum* L) Fertil dan Steril di Kawasan Mangrove Kulon Progo, Yogyakarta. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 2(2), 51-56.
- Huriawati, F., Yuhanna, W. L., & Mayasari, T. (2016). Pengaruh Metode Pengeringan terhadap Kualitas Serbuk Seresah *Enhalus acoroides* dari Pantai Tawang Pacitan. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, 2(1), 35-43.
- Igwemmar, N. C., Kolawole, S.A., & Imran, I.A. (2013). Effect of Heating on Vitamin C content of Some Selected Vegetables. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 2(11), 209-212.
- Illing, I., Safitri, W. & Erfiana, E. (2017). Uji Fitokimia Ekstrak Buah Dengan. *Journal of Mathematics and Natural Science*, 8(1), 66-84.
- Indrawanto, C., Purwono, S., Syakir, M. & Rumini, W. (2010). *Budidaya dan Pasca Panen Tebu*. Jakarta: ESKA Media.
- Juhasz, M., Takahashi, S., Kitahara, Y., & Fujii, T. (2012). Thermal decomposition of Pyridoxine: An Evolved Gas Analysis-ion Attachment mass Spectrometry Study. *Rapid Communications in Mass-Spectrometry*. 26(7), 759-764
- Junaidi, L. (2007). Antioksidan Alami : Sumber, Kimia, dan Teknologi Ekstraksi.
- Junaidi, E., & Anwar, Y.A.S. (2018). Aktivitas Antibakteri dan Antioksidan Asam Galat dari Kulit Buah Lokal yang Diproduksi dengan Tanase. *Alchemy: Jurnal Penelitian Kimia*, 14(1), 131-142.

- Juniarti Departemen Biokimia, F.K. (2011). Analisis Senyawa Metabolit Sekunder dari Ekstrak Metanol Daun Surian yang Berpotensi sebagai Antioksidan . *Makara Journal of Science*.
- Kabera, J.N., Semana, E., Mussa, A.R. & He, X. (2014). Plant Secondary Metabolites : Biosynthesis, Classification, Function, and Pharmacological Properties. *J Pharm Pharmacol*, 377-392.
- Kartika, T. (2017). Potensi Tumbuhan Liar Berkhasiat Obat Disekitar Pekarangan Kelurahan Silaberanti Kecamatan Silaberanti. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 14(2), 89-99.
- Kaur, N., Chaudhary, J., Jain, A., & Kishore, L. (2011). Stigmasterol : A Comprehensive Review. *International Journal of Pharmaceutical Science and Research*. 2259.
- Khaira, K. (2016). Menangkal Radikal Bebas dengan Antioksidan. *Saintek: Jurnal Sains dan Teknologi*, 2(2), 183-187.
- Khuluq, A.D. (2018). Potensi Pemanfaatan Limbah Tebu sebagai Pakan Fermentasi Probiotik.
- Kohila, S. & Gomathi, R. (2018). Adaptive Physiological and Biochemical Response of Sugarcane Genotypes to High Temperature Stress. *Indian Journal of Plant Physiology*, 23(2), 245-260.
- Kumalasari, A.D., Budiraharjo, K. & Setiadi, A. (2019). Komparasi Produksi dan Pendapatan Petani Tebu Mitra dan Non Mitra Pabrik Gula Rendeng di Kabupaten Kudus. *Agrisocionomics: Jurnal Sosial Ekonomi dan Pertanian*, 3(1).
- Kumar, K. J., & Vijayan, V. (2014). An Overview of Liquid Chromatography-Mass Spectroscopy Instrumentation.
- Kurniawan, B. P. Y. (2016). Keunggulan Komparatif dan Kompetitif Gula Tebu Besuki Raya: Sebuah Pengembangan Analisis Kebijakan. *Prosiding*.
- Lii, J.M., Lin, P.H., Yao, Q. & Chen, C. (2010). Chemical and Molecular Mechanism of Antioxidants: Experimental Approaches and Model Systems. *Journal of Cellular and Molecular Medicine*., 14(4), 840-860.

- Litbang Induk. (2012). Varietas NXI 1-3 Online at.  
<http://qc-pgpradjekan.blogspot.com/2012/09/varietas-unggul-baru-vmc-86-550.html>  
 (Diakses tanggal 14 Desember 2019)
- Luliana, S., Purwanti, N. U., & Manihuruk, K. N. (2017). Pengaruh Cara Pengerinan Simplisa Daun Senggani (*Melastoma malabbathricum* L) terhadap Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH (2,2 Difenil-1-Pikrilhidrazil). *Pharmaceutical Science and Reserach (PSR)* , 3(3), 120-129.
- Mangurana, W. O. I., Yusnaini, Y., & Sahidin, S. (2019). Analisis LC-MS/MS (Liquid Chromatograph Mass Spectrometry) dan Metabolit Sekunder serta Potensi Antibakteri Ekstrak N-Heksana Spons *Callispongia aerizusa* yang Diambil pada Kondisi Tutupan Terumbu Karang yang Berada di Perairan Teluk Staring. *Jurnal Biologi Tropis*, 19(2), 131-141.
- Mariska, I. (2015). Metabolit Sekunder : Jalur Pembentukan dan Kegunaannya.
- Ningsih, D.R. & Zufahair, K.D. (2016). Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder serta Uji Aktivitas Ekstrak Daun Sirsak sebagai Antibakteri. *Jurnal Molekul*, 11(1), 101-111.
- Noer, S., Pratiwi, R. D., & Gresinta, E. (2018). Penetapan Kadar Senyawa Fitokimia (Tanin, Saponin, Dan Flavonoid) sebagai Kuersetin Pada Ekstrak Daun Inggu (*Ruta angustifolia* L) . *Jurnal Ekstakta*, 18(1), 19-29.
- Nugrahani, R., Andayani, Y. & Hakim, A. (2016). Skrining Fitokimia dari Ekstrak Buah Buncis (*Phaseolus vulgaris* L) dalam Sediaan Serbuk. *Jurnal Penelitian Pendidikan Ipa*, 2(1).
- Okuda, T. & Ito, H. (2011). Tannins of Constant Structure in Medicinal and Food Plant Hydrolyzable Tannins and Polyphenols Related to Tannins. *Molecules*, 16(3), 2191-2217.
- Ozgen, S., Killinc, O. K., & Selamoglu, Z. (2016). Antioxidant Activity of Quercetin : A Mechanistic Review. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4(2), 1134-1138.
- Pagare, S., Bhatia, M., Tripathi, N., Pagare, S. & Bansal, Y.K. (2015). Secondary Metabolites of Plants and Their Role : Overview. *Curr.Trends Biotechnal Pharm*, 9(3), 293-304.

- Phaniendra, A., Jestadi, D.B. & Periyasamy, L. (2015). Free Radicals Properties Sources Targets, and Their Implication in Various Diseases. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 30(1), 11-26.
- Priska, M., Natalia, P., Carvallo, L., & Ngapa, Y.D. (2018). Antosianin dan Pemanfaatannya. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 6(2), 79-97.
- Purnamaningsih, H., Nururrozi, A. & Indarjulianto, S. (2017). Saponin : Dampak Terhadap Ternak (Ulasan). *Jurnal Peternakan Sriwijaya*, 6(2).
- Rivai, H., Nurdin, H., Suyani, H., & Bakhtiar, A. (2010). Effects of Drying Methodes in Gaining of Extractive, Phenoliccontent and Antioxidant Activity in *Gynura pseudochina* (Lour). *Majalah Obat Tradisional* , 15(1), 26-33.
- Rosahdi, T.D., Kusmiyati, M. & Wijayanti, F.R. (2013). Uji Aktivitas Daya Antioksidan Buah Rambutan Rapih dengan Metode DPPH . *Jurnal Istek*, 7(1).
- Sabliov, C.M., Fronczek, C., Astete, C.E., Khachaturyan, M., Khachaturyan, L., & Leonardi, C. (2009). Effects of Temperature and UV Light on Degradation of  $\alpha$ -tocopherol in Free and Dissolved Form. *Journal of The American Oil Chemists Society*, 86(9), 895.
- Sada, J. T., & Tanjung, R. H. (2010). Keragaman Tumbuhan Obat Tradisional di Kampung Nansori Distrik Supiori Utara, Kabupaten Supiori-Papua. *Jurnal Biologi Papua*, 2(2), 39-46.
- Seniwaty, S., Raihanah, R., Nugraheni, I. K., & Umaningrum, D. (2016). Skrining Fitokimia dari Alang-Alang (*Imperata cylindrica* L. Beauv) dan Lidah Ular (*Hedyotis corymbosa* L. LANK). *Jurnal Sains dan Terapan Kimia* , 3(2), 124-133.
- Sinaga, F.A (2017). Stres Oksidatif dan Aktivitas Antioksidan Pada Aktivitas Fisik Maksimal. *Generasi Kampus*, 9(2).
- Singh, A., Lal, U. R., Mukhtar, H. M., Singh, P. S., Shah, G., & Dhawan, R. K. (2015). Phytochemical Profile F Sugarcane and its Potential Health Aspects. *Pharmacognosy Reviews*, 9(17), 45.

- Syafrida, M., Darmanti, S., & Izzati, M. (2018). Pengaruh Suhu Pengeringan terhadap Kadar Air, Kadar Flavonoid, dan Aktivitas Antioksidan Daun dan Umbi Rumput Teki (*Cyperus rotundus* L.). *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 44-50.
- Syarif, R. A., Muhajir, M., Ahmad, A. R., & Malik, A. (2015). Identifikasi Senyawa Antioksidan dengan Menggunakan Metode Peredaman Radikal DPPH Ekstrak Etanol Daun *Cordia myxa* L. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 2(1).
- Tapotubun, A.M. (2018). Komposisi Kimia Rumput Laut (*Caulerpa lentilifera*) dari Perairan Kei Maluku dengan Metode Pengeringan Berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(1), 13-23.
- Tetti, M. (2014). Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif. *Jurnal Kesehatan*, 7(2).
- Tristantini, D., Ismawati, A., Pradana, B. T., & Jonathan, J. G. (2016). Pengujian Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH pada Daun Tanjung (*Mimusops elengi* L.). *Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan*.
- Venkateswara Rao, P., Kiran, S.D.V.S., Rohini, P., & Bhagyasree, P. (2017). Flavonoid : A Review on Naringenin. *J. Pharmacogn. Phytochem.* 2778-2783
- Verrananda, I., Yulia, V.F., Febrian, L. & Rijai, L. (2016). Identifikasi Metabolit Sekunder dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Bunga Tapak Dara (*Catharantus roseus*) In. *Prosiding Seminar Nasional Ke-Farmasian Ke-4 Samarinda*, 20-21.
- Vogeser, M., & Parhofer, K. G. (2007). Liquid Chromatograph Tandem-Mass Spectrometry (Lcms/Ms) Technique and Applications Endocrinology. *Experimetal and Clinical Endocrinology & Diabetes*, 115(09), 559-570.
- Wahdaningsih, S., Setyowati, E.P. & Wahyono, S. (2011). Aktivitas Penangkap Radikal Bebas dari Baang Pakis (*Alsophila gluca* J.SM). *Majalah Obat Tradisional*, 16(3), 156-160.
- Wahid Abdul. (2007). Physiological Implications of Metabolite Biosynthesis for Netassimilation and Heat-stress Tolerance of Sugarcane (*Saccharum officinarum*). *J Plant Res*, 219-228.

- Wahyuni, R., Guswandi, G., & Rivai, H i. (2017). Pengaruh Cara Pengeringan Dengan Oven, Kering Angin, dan Cahaya Matahari Langsung terhadap Mutu Simplisa Herba Sambiloto. *Jurnal Farmasi Higea*, 6(2), 126-132.
- Wati, M., Erwin, E. & Tarigan, D. (2017). Isolasi dan Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder dari Fraksi Etil Asetat pada Daun Berwarna Merah Pucuk Merah (*Syzygium myrtifolium* Walp). *Jurnal Kimia Mulawarman*, 14(2), 100-107.
- Widyasanti, A., Rohdiana, D., & Ekatama, N.. (2016). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Teh Putih (*Camelia sinensis*) dengan Metode DPPH (2,2 diphenyl, 1-picrylhydrazil). *Fortech*, 1(1), 1-9.
- Wirasisya, D.G., Juliantoni, Y., & Hajrin, W. (2018). Pengaruh Metode Pengeringan Pada Aktivitas Antibakteri Ashitaba (*Angelica Keiskei*) Terhadap Streptococcus Mutans. *Jurnal Farmasi Galenika* , 4(1), 18-25.
- Yadav, N., Yadav, R. & Goyal, A. (2014). Chemistry of Terpenoids . *International Journal of Pharmaceutical Science Review and Reseach*, 27(2), 272-278.
- Yamin, M., Ayu, D. F., & Hamzah, F. (2017). Lama Pengeringan Terhadap Aktivitas Antioksidan Daun Mutu Teh Herbal Daun Ketepeng Cina (*Cassia alata* L) . *Doctoral Dissertation, Riau University*.
- Yashin, A., Yashin, Y., Xia, X. & Nemzer, B. (2017). Antioxidant Activity of Spicies and Their Impacts on Human Helath : Review. *Antioxidant*, 6(3), 70.
- Zhang, H., Wang, M., Chen, L., Liu, Y., Liu, H., Huo, H., ... & Qi, A. (2017). Structure-solubility Relationships and Thermodynamic Aspects of Solubility of Some Flavonoids in The Solvents Modeling Biological Media. *Journal of Molecular Liquids*, 225, 439-445.
- Zdunska, K., Dana, A., Kolodziejczak, A., & Rotsztejn, H. (2018). Antioxidant Properties of Ferulic Acid and its Possible Aplication. *Skin Pharmacology and Physiology*, 332-336.