



**UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI SENYAWA FLAVONOID  
DARI RIMPANG TEMU KUNCI (*Kaempferia pandurata* Roxb.)  
TERHADAP *STREPTOCOCCUS MUTANS***

**SKRIPSI**

diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains Program Studi Kimia

**Oleh**

**Siti Handayani**

**4311413079**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

**2018**

## PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, 5 Januari 2018

Yang membuat pernyataan,



Siti Handayani

4311413079

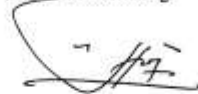
## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.

Semarang, Desember 2017

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I



Dr. Sri Mursiti, M.Si.  
NIP. 196709131999032001

Dosen Pembimbing II



Dr. Nanik Wjayati, M.Si.  
NIP. 196910231996032002

## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Uji Aktivitas Antibakteri Senyawa Flavonoid dari Rimpang Temu Kunci  
(*Kaempferia pandurata* Roxb.) terhadap *Streptococcus mutans*


disusun oleh


Siti Handayani  
4311413079

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES pada tanggal  
5 Januari 2018

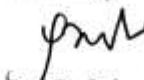
Panitia:



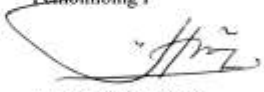
  
Prof. Dr. Zaenuri, S.E., M.Si., Akt.  
NIP. 196412231988031001

  
Dr. Nanik Wijayati, M.Si.  
NIP. 196910231996032002

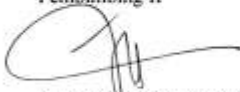
Ketua Penguji

  
Prof. Dr. Sudarmin, M.Si.  
NIP. 196601231992031003

Anggota Penguji/  
Pembimbing I

  
Dr. Sri Mursiti, M.Si.  
NIP. 196709131999032001

Anggota Penguji/  
Pembimbing II

  
Dr. Nanik Wijayati, M.Si.  
NIP. 196910231996032

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

- ❖ Harapan adalah salah satu hal penting dalam hidup untuk mencapai tujuan.
- ❖ Masalah harus dihadapi agar tahu seberapa besar kemampuan dan segera melalui tantangan baru yang ada di depan.

### **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

- Ibu Suprapti *rahimahullah* dan Bapak Loso *rahimahullah*.
- Keluarga Besar penulis.

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanallahu wata'ala atas limpahan nikmat, rahmat dan hidayah-Nya yang diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Uji Aktivitas Antibakteri Senyawa Flavonoid dari Rimpang Temu Kunci (*Kaempferia pandurata* Roxb.) terhadap *Streptococcus mutans*”. Selama menyusun skripsi ini, penulis telah banyak menerima bantuan dan dukungan berupa ilmu pengetahuan, moril, maupun materi baik secara langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang yang telah menyediakan fasilitas.
2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
3. Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
4. Ketua Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
5. Dr. Sri Mursiti, M.Si. sebagai Dosen Pembimbing I dan Dr. Nanik Wijayati, M.Si. sebagai Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, dukungan, arahan, dan semangat.
6. Prof. Dr. Sudarmin, M.Si. sebagai Dosen Penguji yang telah memberikan masukan ilmu dan saran dalam menyusun skripsi.

7. Bapak dan Ibu Dosen pengajar, teknisi Laboratorium Kimia dan semua staf Jurusan Kimia yang telah banyak memberikan ilmunya selama penulis menempuh studi.
8. Teman-teman Kimia Angkatan 2013 atas kebersamaannya selama ini.
9. Wisma Ghadiza Squad (Bu Ita Bestari, Ririn, Lisna, Yudith, Trian, mbak Isti, Dila, Dewi, Wiwid, Fika, dll).
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang turut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik berupa materiil maupun moril.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi dalam perkembangan ilmu pengetahuan.

Semarang, Januari 2018

Peneliti

## ABSTRAK

Handayani, Siti. 2017. *Uji Aktivitas Antibakteri Senyawa Flavonoid dari Rimpang Temu Kunci (Kaempferia pandurata (Roxb.)) terhadap Streptococcus mutans*. Skripsi, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing I Dr. Sri Mursiti, M.Si., dan Pembimbing II Dr. Nanik Wijayati, M.Si.

Kata kunci: *Kaempferia pandurata* Roxb., flavonoid, aktivitas antibakteri, *Streptococcus mutans*

Rimpang temu kunci (*Kaempferia pandurata* Roxb.) merupakan salah satu dari berbagai tanaman obat tradisional yang banyak tumbuh di daerah Indonesia. Tanaman ini memiliki banyak kandungan senyawa metabolit sekunder yang berfungsi sebagai antibakteri. Salah satunya bakteri penyebab karies gigi yang merupakan penyakit gigi dan mulut yang banyak diderita oleh lapisan masyarakat Indonesia. Bakteri yang paling berperan dalam menyebabkan karies adalah bakteri *Streptococcus mutans*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui isolasi senyawa flavonoid dan aktivitasnya dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Senyawa ini diperoleh dengan cara mengisolasi rimpang temu kunci menggunakan kromatografi kolom yang telah diekstraksi dengan metode maserasi. Hasil kromatografi kolom dilakukan analisis dengan spektrofotometer UV-Vis dan FTIR. Metode uji bakteri adalah metode difusi agar menggunakan kertas cakram. Hasil penelitian diperoleh senyawa hasil isolasi adalah jenis flavanon yaitu 6,7,3',4'-tetrahidroksi flavanon. Hasil uji menunjukkan senyawa flavanon resisten terhadap bakteri *Streptococcus mutans* dan memiliki aktivitas yang lebih lemah dibandingkan dengan sampel ekstrak etanol sebesar 1,85 mm.



## ABSTRACT

Handayani, Siti. 2017. Antibacterial Activity of Flavonoid Compound from Fingerroot (*Kaempferia pandurata* Roxb.) against *Streptococcus mutans*. Script, Chemistry Department Faculty of Mathematics and Natural Sciences State University of Semarang. Supervisor Dr. Sri Mursiti, M.Si and Supervising Companion Dr. Nanik Wijayati, M.Si.

Keywords: *Kaempferia pandurata* Roxb., flavonoid, antibacterial activity, *Streptococcus mutans*

Fingerroot (*Kaempferia pandurata* Roxb.) is one other from varient traditional medicine plant was many grow in Indonesia. This plant had many compounds of secondary metabolite that used for antibacterial. The other one bacterial causing tooth plaque was tooth and mouth diseases which many alert by Indonesians. The most roling bacterial in causing it is *Streptococcus mutans*. The study aims to determine isolation flavonoid compound and the activity to inhibit bacterial growth. The compounnd obtained with isolates the fingerroot using column chromatography was extracted with maseration method. Column chromatography result analized with UV-Vis and FTIR spectrofotometre. Antibacterial activity method is agar difusion using paper disk. The results showed that isolation compound is flavanone, that is 6,7,3',4'-tetrahydroxy flavanone. Activity showed that flavanone is resistent against *Streptococcus mutans* and had lower activity than ethanol extract samples amount 1,85 mm.

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN.....	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	iii
PENGESAHAN .....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Rimpang Temu Kunci .....	4
2.2 Flavonoid .....	7
2.3 Ekstraksi .....	9
2.4 <i>Streptococcus mutans</i> .....	12
2.5 Metode Identifikasi .....	15
2.6 Hasil Penelitian Terdahulu .....	17
BAB 3 METODE PENELITIAN .....	19
3.1 Tempat Penelitian .....	19
3.2 Populasi dan Sampel .....	19

3.3	Variabel Penelitian .....	19
3.4	Rancangan Penelitian .....	20
3.4.1	Alat dan Bahan .....	20
3.4.2	Prosedur Penelitian .....	20
3.5	Analisis Data .....	25
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		27
4.1	Determinasi Tanaman .....	27
4.2	Preparasi Sampel.....	28
4.3	Ekstraksi Rimpang Temu Kunci .....	28
4.4	Hasil Isolasi Senyawa Flavonoid .....	30
4.5	Hasil Uji Fitokimia .....	32
4.6	Hasil Identifikasi Senyawa Flavonoid Menggunakan UV-Vis.....	35
4.7	Hasil Identifikasi Senyawa Flavonoid menggunakan FTIR .....	38
4.8	Hasil Uji Aktivitas Antibakteri terhadap <i>Streptococcus mutans</i> .....	39
BAB 5 PENUTUP .....		42
5.1	Simpulan .....	42
5.2	Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA .....		43
LAMPIRAN.....		47

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kelas Senyawa Kimia Dalam Temu Kunci .....	5
Tabel 2.2 Rentangan Serapan Spektrum UV-Vis Flavonoid .....	16
Tabel 2.3 Bilangan Gelombang Spektrum Inframerah .....	17
Tabel 4.1 Hasil Penggabungan Fraksi Kromatografi Kolom.....	31
Tabel 4.2 Hasil Skrining Uji Fitokimia Ekstrak Rimpang Temu Kunci.....	32
Tabel 4.3 Hasil Penafsiran Spektrum UV-Vis dengan Pereaksi Geser.....	35
Tabel 4.4 Hasil Uji Aktivitas Antibakteri terhadap <i>S. mutans</i> .....	40

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Rimpang Temu Kunci .....	4
Gambar 2.2 Kerangka Dasar Flavonoid.....	8
Gambar 2.3 Tipikal Golongan Umum Flavonoid dalam <i>K. pandurata</i> .....	9
Gambar 2.4 Kromatografi Kolom .....	12
Gambar 4.1 Serbuk Rimpang Temu Kunci .....	28
Gambar 4.2 Reaksi Uji Mayer .....	33
Gambar 4.3 Reaksi Uji Dragendorf .....	34
Gambar 4.4 Mekanisme Reaksi Fenolik .....	34
Gambar 4.5 Spektrum UV-Vis Isolat Rimpang Temu Kunci .....	36
Gambar 4.6 Kerangka Struktur Flavonoid .....	37
Gambar 4.7 Struktur Dugaan Senyawa Flavonoid pada Isolat .....	38
Gambar 4.8 Spektrum FTIR Isolat Rimpang Temu Kunci .....	38
Gambar 4.9 Hasil Uji Aktivitas Antibakteri terhadap <i>S. mutans</i> .....	41

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram Kerja Penelitian .....	47
Lampiran 2. Determinasi Tanaman.....	53
Lampiran 3. Hasil Penelitian.....	54
Lampiran 4. Hasil Karakterisasi Spektrofotometer UV-Vis .....	56
Lampiran 5. Hasil Karakterisasi FTIR .....	58
Lampiran 6. Hasil Skrining Uji Fitokimia .....	60
Lampiran 7. Hasil Uji Aktivitas Antibakteri.....	62
Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian.....	63

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara berpotensi dengan keanekaragaman hayati yang sangat besar. Saat ini sedang pesat dikembangkan potensi alam berupa tanaman herbal sebagai jamu. Salah satu ekstrak tanaman yang telah banyak diteliti dan dimanfaatkan adalah rimpang temu kunci (*Kaempferia pandurata* Roxb.). Rimpang temu kunci (*Kaempferia pandurata* Roxb.) sebagai obat tradisional di Indonesia pada umumnya banyak digunakan sebagai obat batuk kering, sariawan, gangguan pada usus besar, perut membengkak, susah kencing pada anak-anak, radang selaput lendir pada mulut rahim, disentri, dan tumor/kanker (Parwata *et al.*, 2014).

Beberapa senyawa bioaktif yang telah diidentifikasi dari ekstrak rimpang temu kunci, meliputi boesenbergin, kardamonin, pinostrobin, pinocembrin, panduratin A, dan 4-hidroksipanduratin A. Senyawa-senyawa ini menunjukkan aktivitas antioksidan, antibakteri, antifungi, anti-inflamasi, antikanker, dan anti-tuberculosis (Ata *et al.*, 2015). Isolasi senyawa pinostrobin dari temu kunci sebagai antikanker dengan konsentrasi oral pinostrobin 80 mg/kg BB dapat menurunkan 68,62 % berat fibrosarkoma dan dengan obat kanker (kontrol +) terjadi penurunan 95,95 % (Parwata *et al.*, 2014). Ekstrak etanol 3 % rimpang temu kunci memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* (Sukandar *et al.*, 2015).

Mengenai manfaat tanaman temu kunci sebagai antibakteri, kebutuhan akan antibakteri sangat besar sebagai pengobatan penyakit-penyakit infeksi. Penggunaan antibakteri yang tepat memberikan manfaat yang besar namun bila antibakteri digunakan dan diresepkan secara tidak tepat akan menimbulkan kerugian (Utami, 2012). Salah satunya bakteri penyebab karies pada gigi. Karies merupakan penyakit gigi dan mulut yang paling banyak diderita oleh lapisan masyarakat di Indonesia yang menyebabkan infeksi ke jaringan lunak sekitar gigi, nyeri, bau mulut, dan dianggap sebagai penyebab utama kehilangan gigi. Kesehatan gigi dan mulut akhir-akhir ini telah mengalami peningkatan, namun prevalensi karies gigi masih tetap tinggi di masyarakat dari berbagai ras, tingkatan ekonomi, dan usia serta merupakan masalah kesehatan yang perlu mendapatkan perhatian (Erlyn, 2016).

Bakteri yang paling berperan dalam menyebabkan karies adalah bakteri *Streptococcus mutans*. *Streptococcus mutans* merupakan bakteri karies gigi dengan jumlah relatif besar, sebagai pembentuk polisakarida ekstra selular yang stabil, memiliki kemampuan berkoloni pada tingkat keasaman (pH) permukaan gigi yang relatif rendah sehingga sangat berperan pada pembentukan karies gigi (Marsh, 2006; Yanti *et al.*, 2009).

Pengembangan dan pemanfaatan obat tradisional secara luas perlu dikembangkan oleh masyarakat untuk pendayagunaan potensi sumber daya alam. Penelitian ini akan dilakukan isolasi dan uji aktivitas antibakteri senyawa flavonoid dari rimpang temu kunci terhadap pertumbuhan *Streptococcus mutans* secara *in vitro*. Diharapkan dalam penelitian rimpang temu kunci ini dapat



diaplikasikan sebagai obat alami mengatasi bakteri penyebab karies gigi yang lebih efektif dan tidak memiliki efek samping.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat diketahui permasalahan-permasalahan yang ditimbulkan dari isolasi dan uji aktivitas antibakteri senyawa flavonoid dari rimpang temu kunci terhadap pertumbuhan *Streptococcus mutans* secara in vitro, diantaranya :

- a. Apa jenis senyawa flavonoid yang terkandung dalam isolat rimpang temu kunci?
- b. Bagaimana aktivitas antibakteri senyawa dalam rimpang temu kunci terhadap pertumbuhan *Streptococcus mutans*?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

- a. Mengetahui jenis senyawa flavonoid yang terkandung dalam isolat rimpang temu kunci.
- b. Mengetahui aktivitas antibakteri senyawa dalam rimpang temu kunci terhadap pertumbuhan *Streptococcus mutans*.

## **1.4 Manfaat**

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk menguji aktivitas antibakteri dari isolat rimpang temu kunci terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* yang dapat digunakan oleh masyarakat luas untuk mengatasi karies pada gigi dari bahan alam.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Rimpang Temu Kunci

*Boesenbergia pandurata* Roxb. Schlecht. (Zingiberaceae) merupakan salah satu tanaman temu yang ditemukan di Asia Tenggara. Di Indonesia, tanaman geofitik ini dikenal sebagai “temu kunci”, yang tumbuh banyak di hutan jati, dan ditanam dimana-mana. Tanaman ini memiliki banyak persamaan nama botani, seperti *Gastrochilus panduratum* RIDL., *Kaempferia pandurata* Roxb., *Curcuma rotunda* L., dan *Boesenbergia rotunda* Linn. Mansft (Heyne, 1987).



Gambar 2.1 Rimpang Temu Kunci

Nama tumbuhan dari rimpang temu kunci adalah sebagai berikut:

Nama ilmiah : *Boesenbergia pandurata*

Sinonim : *Gastrochilus panduratum* (Roxb) Schult.; *Kaempferia pandurata* (Roxb); *Boesenbergia rotunda*

Nama umum/dagang : Temu kunci

Nama lokal : Temu kunci (Indonesia), koncih (Sumatera), Tamu kunci (Minangkabau), Konce (Madura), Kunci (jawa tengah), Dumu kunci (Bima), Tamu konci (Makasar), Tumu kunci (Ambon), Tamputi (Ternate),

Anipa wakang (Hila-Alfuru), Aruhu Konci (Haruku), Sun (Buru), Nama asing : Fingerroot (Inggris), Krachai (Thailand), Chinese key (Cina).

Klasifikasi rimpang temu kunci adalah sebagai berikut:

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Liliopsida

Ordo : Zingiberales

Famili : Zingiberaceae

Genus : Boesenbergia

Spesiae : *Boesenbergia pandurata*

Menurut literatur tanaman obat Indonesia, rimpang segar *K. pandurata* telah lama digunakan sebagai rempah-rempah, terutama rimpang yang masih muda sangat terkenal untuk bumbu sayuran. Temu kunci sangat dipercaya jika mujarab dapat memperkuat dinding perut. Sebagai obat tradisional, potongan rimpang yang dikunyah dengan kacang areca (*Areca catechu*) dapat mengobati batuk kering dan aphtha (Chahyadi *et al.*, 2014). Kelas senyawa kimia dalam temu kunci disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kelas Senyawa Kimia dalam Temu Kunci

Golongan Fitokimia	Simplisia	Ekstrak
Tanin	+	+
Saponin	+	+
Flavonoid	+	+
Alkaloid	-	-
Kuinon	-	-
Steroid/triterpenoid	+	+

Sumber: Sukandar *et al.*, 2014

Tanaman ini telah diidentifikasi memiliki beragam minyak esensial (minyak atsiri) dan juga beberapa senyawa flavonoid yang telah banyak diketahui aktivitas biologisnya. Kebanyakan flavonoidnya memiliki fitur unik dengan beberapa

subtituen prenil yang diintegrasikan dalam struktur utamanya (Win *et al.*, 2008). Turunan panduratin merupakan flavonoid prenil dari *K. pandurata* yang menunjukkan rentang aktivitas biologis, seperti aktivitas antibakteri yang kuat (Rukayadi *et al.*, 2010), antifungi (Sroiri dan Boonyanit, 2010), anti-inflamasi (Tewtrakul *et al.*, 2009), dan anti-kanker (Kirana *et al.*, 2007).

Tanaman temu kunci (*Kaempferia pandurata* (Roxb.)) termasuk famili Zingiberaceae, banyak tumbuh di hutan jati, tinggi tanaman dapat mencapai 80 cm, warna kulit rimpang coklat dan warna daging rimpang putih. Selain digunakan sebagai bumbu masak, rimpang temu kunci juga memiliki khasiat sebagai obat (Hayani, 2007). Rimpang temu kunci memiliki khasiat memperkuat lambung. Apabila dikunyah dengan pinang dapat digunakan sebagai obat batuk kering dan peringitis, obat sakit perut serta obat suka kencing pada anak-anak. Pada wanita, rimpang temu kunci dapat digunakan sebagai obat pembengkakan kandungan serta obat infeksi alat reproduksi (Heyne, 1987).

Komponen-komponen kimia tanaman temu kunci ditemukan pada bagian rizoma. Senyawa-senyawa aktif pada temu kunci terdiri atas flavanon (pinostrobin, pinosembrin, alpinetin, dan 5,7-dimetoksiflavanon), flavon (dimetoksiflavan dan 3',4',5,7-tetrametoksiflavan), kalkon (2',6'-dihidroksi-4'-metoksikalkon, kardamo-nin, panduratin A, panduratin B, boesenbergin A, beoesenbergin B, dan rubranin), monoterpena (geranial dan neral), dan diterpen (asam pimarat) (Kardono, 2003).

Senyawa metabolit sekunder merupakan senyawa kimia yang umumnya mempunyai kemampuan bioaktivitas dan berfungsi sebagai pelindung tumbuhan

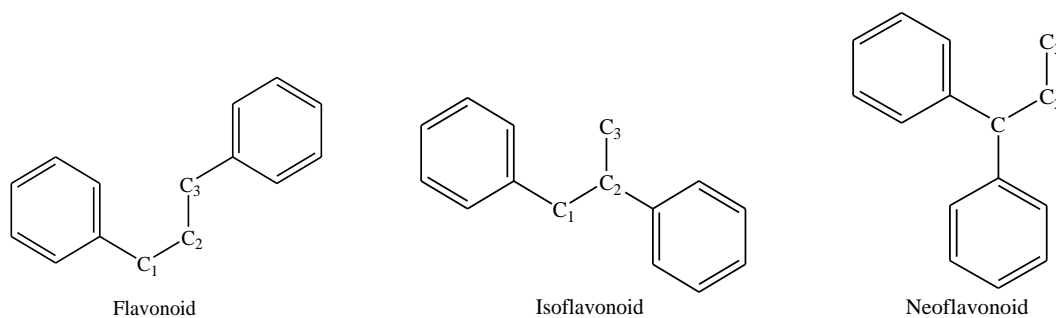
dari gangguan hama penyakit untuk tumbuhan itu sendiri atau lingkungannya. Senyawa kimia sebagai hasil metabolit sekunder telah banyak digunakan untuk zat warna, racun, aroma makanan, obat-obatan, dan sebagainya (Setiana *et al.*, 2011). Beberapa senyawa metabolit sekunder juga termasuk dalam senyawa bioaktif karena mempunyai efek fisiologis yang berpengaruh positif terhadap tubuh manusia.

## 2.2 Flavonoid

Flavonoid adalah suatu kelompok senyawa fenol yang terbesar yang ditemukan di alam. Flavonoid terdapat dalam semua tumbuhan hijau sehingga dapat ditemukan pada setiap ekstrak tumbuhan. Selama ini tercatat lebih dari 2000 jenis flavonoid yang berasal dari tumbuhan telah diidentifikasi oleh para ahli. Sejumlah flavonoid mempunyai rasa pahit hingga dapat bersifat menolak sejenis ulat tertentu.

Flavonoid merupakan kandungan khas tanaman hijau kecuali alga. Flavonoid terdapat pada semua bagian tanaman termasuk akar, daun, kayu, kulit, tepung sari, bunga, biji, dan buah. Penyebaran jenis flavonoid pada golongan tumbuhan yang terbesar yaitu pada kelas angiospermae. Flavonoid adalah suatu senyawa fenol, oleh karena itu mempunyai sifat kimia senyawa fenol yang agak asam ( $\text{pH}=5$ ). Flavonoid mempunyai sejumlah gugus hidroksil sehingga flavonoid merupakan senyawa polar. Sesuai hukum *like dissolve likes* maka pada umumnya flavonoid larut oleh pelarut polar seperti etanol, metanol, butanol, aseton, air, dan lain-lain (Markham, 1988).

Golongan flavonoid dapat digambarkan sebagai deretan senyawa C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>, artinya kerangka karbonnya terdiri atas dua gugus C<sub>6</sub> (cincin benzena tersubstituen) disambungkan oleh rantai alifatik tiga karbon. Susunan kerangka flavonoid dapat dibedakan menjadi 3 jenis struktur yakni flavonoid, isoflavonoid, dan neoflavonoid yang ditunjukkan pada gambar 2.2 (Frindryani *et al.*, 2016).

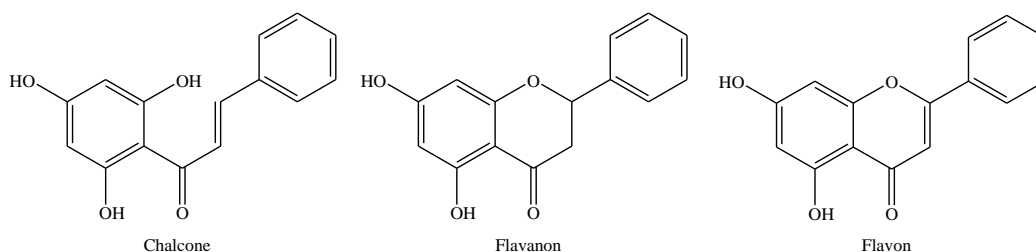


Gambar 2.2 Kerangka Dasar Flavonoid

Beberapa flavonoid ini juga terdapat pada tanaman lainnya. Kebanyakan menunjukkan struktur yang unik dengan beberapa substituen prenil yang diintegrasikan dalam kerangka utamanya. Menariknya, lebih dari separuh keseluruhan flavonoid yang diisolasi dari *K. pandurata* merupakan flavonoid prenil. Tetapi hanya dua golongan flavonoid yang memiliki turunan prenil, yakni chalcon dan flavanon. Sementara flavon, belum ada penelitian yang menunjukkan keberadaannya dari turunan prenil *K. pandurata* (Chahyadi *et al.*, 2014).

Flavonoid merupakan metabolit sekunder yang banyak ditemukan dalam rimpang *K. pandurata*. Lebih dari 51 senyawa flavonoid dari *K. pandurata* yang telah diisolasi dan strukturnya telah diketahui. Bagaimanapun juga, hanya tiga golongan flavonoid yang telah sering diteliti dalam rimpang *K. pandurata*.

Flavonoid utamanya adalah chalcone, flavanon, dan flavon, yang diklasifikasikan menurut kerangkanya disajikan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Tipikal Golongan Umum Flavonoid dalam *K. pandurata*

## 2.3 Ekstraksi

Ekstraksi adalah pemisahan satu atau beberapa bahan dari suatu padatan atau cairan dengan bantuan pelarut. Ekstraksi juga merupakan proses pemisahan satu atau lebih komponen dari suatu campuran homogen menggunakan pelarut cair (solven) sebagai separating agen. Ekstraksi pada padatan digunakan untuk memisahkan senyawa hasil alam dari jaringan kering tumbuhan, mikroorganisme dan hewan. Metode ekstraksi ditentukan oleh tekstur, kandungan air bahan yang akan diekstrak dan senyawa yang akan diisolasi.

Proses ekstraksi biasanya dimulai dengan menggunakan pelarut organik dengan tingkat kepolaran rendah dan kemudian secara bertingkat dilanjutkan dengan pelarut yang lebih polar. Pelarut yang digunakan adalah n-heksan, eter, petroleum eter atau kloroform untuk mengambil senyawa yang kepolarannya rendah, selanjutnya digunakan pelarut yang lebih polar seperti alkohol dan etil asetat untuk mengambil senyawa-senyawa yang lebih polar. Pemilihan pelarut berdasarkan pada kaidah “like dissolve like” (Kristanti *et al.*, 2008).

Metode ekstraksi senyawa yang umum digunakan, yaitu metode ekstraksi secara dingin dan ekstraksi secara panas. Contoh ekstraksi secara dingin antara lain metode maserasi dan perkolasi. Contoh ekstraksi secara panas antara lain metode refluks dan destilasi uap (Indraswari, 2008). Metode ekstraksi yang paling sederhana adalah metode maserasi yang dilakukan dengan cara merendam padatan dalam suatu pelarut dengan tujuan untuk mengekstrak suatu senyawa dari bahan alam yang dilakukan tanpa pemanasan (suhu kamar). Salah satu keuntungan metode maserasi adalah cepat. Waktu rendam bahan dalam pelarut bervariasi antara 15-30 menit sampai 24 jam. Kelemahan dari metode ini adalah jumlah pelarut yang diperlukan cukup besar (Kristanti *et al.*, 2008).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolasi bahan alam yang pada dasarnya menggunakan metode yang sangat bervariasi. Tahapan dalam mengisolasi rimpang temu kunci adalah maserasi (perendaman) dan kromatografi kolom.

### **2.3.1 Maserasi (Perendaman)**

Maserasi adalah proses pengekstrakan simplisia dengan menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengocokan atau pengadukan pada suhu ruangan (kamar). Maserasi bertujuan untuk menarik zat-zat berkhasiat yang tahan pemanasan maupun yang tidak tahan pemanasan. Secara teknologi maserasi termasuk ekstraksi dengan prinsip metode pencapaian konsentrasi pada keseimbangan. Keuntungan metode ini adalah mudah dan murah. Kerugiannya adalah pengerjaannya lama dan penyarian kurang sempurna.



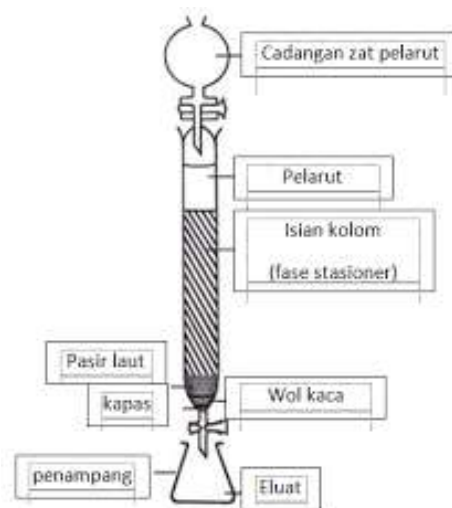
Maserasi merupakan perendaman sampel dengan pelarut organik, umumnya digunakan pelarut organik dengan molekul relatif kecil seperti metanol dan perlakuan pada temperatur kamar sehingga pelarut mudah terdistribusi ke dalam sel tumbuhan. Proses ini sangat menguntungkan dalam isolasi senyawa bahan alam karena dengan perendaman, sampel dan pelarut akan terjadi kontak yang cukup lama. Penggunaan suhu tinggi memungkinkan terdegradasinya senyawa-senyawa metabolit sekunder, sedangkan metode maserasi menggunakan suhu kamar sehingga lebih aman (Darwis, 2004).

### **2.3.2 Kromatografi Kolom**

Kromatografi kolom digunakan untuk memisahkan fraksi-fraksi yang ada dalam campuran. Pemilihan pelarut dalam kromatografi kolom didasarkan pada hasil yang diperoleh dari KLT (Gritter,1991). Kromatografi lapis tipis (KLT) digunakan untuk menentukan jumlah komponen suatu senyawa (Darwis, 2004). Pemisahan terjadi karena suatu proses keseimbangan yang berturut-turut dari molekul komponen antara dua fasa, yaitu fasa diam dan fasa gerak. Perbedaan interaksi dari berbagai molekul komponen dengan fasa diam akan menyebabkan komponen bergerak dengan kecepatan yang berbeda, hingga komponen tersebut terpisah satu sama lain (Tim Dosen Kimia Analisis, 2004).

Kromatografi kolom termasuk kromatografi cairan, adalah metoda pemisahan yang cukup baik untuk sampel lebih dari 1 g. Pada kromatografi ini sampel sebagai lapisan terpisah diletakkan diatas fase diam. Biasanya sampel dihomogenkan dengan fase diam sehingga merupakan serbuk kering, diatas lapisan ini dapat diletakkan pasir untuk menjaga tidak terjadinya kerusakan waktu

ditambahkan fase gerak diatas lapisan sampel. Fase diam dan sampel ini berada di dalam kolom yang biasanya dibuat dari gelas, logam ataupun plastik. Selama elusi fase gerak dialirkan dari atas, mengalir karena gaya gravitasi atau ditekan dan juga disedot dari arah bawa. Komponen sampel akan terpisah selama bergerak dibawa fase gerak didalam kolom (fase diam). Komponen yang paling tidak tertahan oleh fase diam akan keluar lebih dahulu dan diikuti oleh komponen lain. Semuanya ditampung sebagai fraksi, volume tiap fraksi tergantung besarnya sampel (kolom).



Gambar 2.4 Kromatografi Kolom

Kolom kromatografi biasanya berbentuk seperti buret untuk titrasi, ukurannya beragam. Perbandingan panjang kolom sekurang-kurangnya 10 kalinya diameternya, perbandingan ini tergantung mudah tidaknya komponen dipisahkan. Perbandingan berat sampel dan fase gerak (1 : 30) biasanya cukup memadai untuk pemisahan yang mudah, perbandingan dapat ditingkatkan hingga (1:50) untuk komponen yang susah dipisahkan (Kristanti *et al.*, 2008).

## 2.4 *Streptococcus mutans*

*Streptococcus mutans* merupakan bakteri Gram positif (+), bersifat non motil (tidak bergerak), berdiameter 1-2  $\mu\text{m}$ . Memiliki bentuk bulat atau bulat telur, tersusun seperti rantai dan tidak membentuk spora. *Streptococcus mutans* termasuk kelompok *Streptococcus viridans* yang merupakan anggota floral normal rongga mulut yang memiliki sifat  $\alpha$ -hemolitik dan komensal oportunistik. Bakteri ini tumbuh secara optimal pada suhu sekitar 18 °C-40 °C.

*Streptococcus mutans* merupakan bakteri yang paling penting dalam proses terjadinya karies gigi. Bakteri ini pertama kali diisolasi dari plak gigi oleh Clark pada tahun 1924 yang memiliki kecenderungan berbentuk kokus dengan formasi rantai panjang apabila ditanam pada medium yang diperkaya seperti pada Brain Heart Infusion (BHI) Broth, sedangkan bila ditanam di media agar akan memperlihatkan rantai pendek dengan bentuk sel tidak beraturan. *Streptococcus mutans* tumbuh dalam suasana fakultatif anaerob (Marsh, 2006).

Klasifikasi *Streptococcus mutans* menurut Fatmawati (2011) adalah:

Klasifikasi : Monera  
Divisio : Firmicutes  
Class : Bacilli  
Orde : Lactobacilalles  
Family : Streptococcaceae  
Genus : Streptococcus  
Species : *Streptococcus mutans*

*Streptococcus mutans* bersifat asidogenik yaitu menghasilkan asam asidodurik, mampu tinggal pada lingkungan asam, dan menghasilkan polisakarida yang lengket disebut dextran. Oleh karena kemampuan ini, *Streptococcus mutans* bisa menyebabkan lengket dan mendukung bakteri lain menuju ke email gigi,

lengket mendukung bakteri-bakteri lain, pertumbuhan bakteri asidodurik yang lainnya, dan asam melarutkan email gigi. Salah satu penyakit yang disebabkan oleh *Streptococcus mutans*.

Salah satu penyakit yang disebabkan oleh *Streptococcus mutans* adalah karies gigi. Ada beberapa hal yang menyebabkan karies gigi bertambah parah adalah kadar gula, air liur, dan juga bakteri pembusuknya. Setelah mengonsumsi sesuatu yang mengandung gula, terutama adalah sukrosa, dan bahkan setelah beberapa menit penyikatan gigi dilakukan, glikoprotein yang lengket (kombinasi molekul protein dan karbohidrat) bertahan pada gigi untuk mulai pembentukan plak pada gigi. Pada waktu yang bersamaan berjuta-juta bakteri yang dikenal sebagai *Streptococcus mutans* juga bertahan pada glikoprotein itu. Meskipun banyak bakteri lain yang melekat, hanya *Streptococcus mutans* yang dapat menyebabkan rongga atau lubang pada gigi (Santoso *et al.*, 2012).

*Streptococcus mutans* melekat pada permukaan gigi dengan perantara glukon, dimana produksi glukon yang tidak dapat larut dalam air merupakan faktor virulensi yang penting. Glukon merupakan suatu polimer dari glukosa sebagai hasil reaksi katalis *glucosyltransferase*. Glukosa yang dipecah dari sukrosa dengan adanya *glucosyltransferase* dapat berubah menjadi glukon. *Streptococcus mutans* menghasilkan dua enzim, yaitu *glucosyltransferase* dan *fruktosyltransferase*. Enzim-enzim ini bersifat spesifik untuk substrat sukrosa yang digunakan untuk sintesis glukon dan fruktan atau levan. Koloni *Streptococcus mutans* yang ditutupi oleh glukon dapat menurunkan proteksi dan daya antibakteri saliva terhadap plak gigi. Plak dapat menghambat difusi asam

keluar dalam saliva sehingga konsentrasi asam pada permukaan enamel meningkat (Jawetz *et al.*, 2005).

## 2.5 Metode Identifikasi

Metode identifikasi yang digunakan adalah kromatografi gas (GC), spektrofotometer UV-Vis, dan spektrofotometer inframerah (FTIR).

### 2.5.1 Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer Sinar Tampak (UV-Vis) adalah pengukuran energi cahaya oleh suatu sistem kimia pada panjang gelombang tertentu (Day dan Underwood, 2002).

Spektrofotometer serapan ultraviolet dan serapan tampak merupakan cara tunggal yang paling berguna untuk menganalisis struktur flavonoid. Cara tersebut digunakan untuk mengidentifikasi jenis flavonoid. Kedudukan gugus hidroksil fenol bebas pada inti flavonoid dapat ditentukan dengan menambahkan pereaksi ke dalam larutan cuplikan dan mengamati pergeseran puncak serapan yang terjadi (Markham, 1988). Kelebihan Spektrofotometer :

1. Penggunaannya luas, dapat digunakan untuk senyawa organik, anorganik, dan biokimia yang diabsorpsi pada daerah ultraviolet maupun daerah tampak.
2. Sensitivitanya tinggi, batas deteksi untuk mengabsorpsi dapat diperpanjang menjadi  $10^{-6}$  sampai  $10^{-7}$  M.
3. Selektivitasnya tinggi.
4. Ketelitiannya baik.
5. Pengukurannya mudah dengan kinerja yang cepat.

Panjang gelombang dari cahaya UV dan Visibel lebih pendek daripada panjang gelombang radiasi inframerah. Satuan yang digunakan dalam spektra ini adalah nanometer ( $1 \text{ nm} = 10^{-7} \text{ cm}$ ). Spektrum sinar tampak (sinar yang tampak oleh mata manusia) memiliki rentang antara 400-800 nm, sedangkan spektrum sinar UV berada pada rentang sekitar 200-400 nm (Achmadi, 2003). Rentangan serapan spektrum UV-Vis flavonoid disajikan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Rentangan Serapan Spektrum UV-Vis Flavonoid

No	Pita II (nm)	Pita I (nm)	Jenis Flavonoid
1	250-280	310-350	Flavon
2	250-280	330-360	Flavonol (3-OH tersubstitusi)
3	250-280	350-385	Flavonol (3-OH bebas)
4	245-275	310-330 bahu Kira-kira 320 puncak	Isoflavon Isoflavon (5-deoksi-6,7-dioksigenasi)
5	275-295	300-330 bahu	Flavanon dan dihidroflavonol
6	230-270 (kekuatan rendah)	340-390	Khalkon
7	230-270 (kekuatan rendah)	380-430	Auron
8	270-280	465-560	Antosianidin dan antosianin

Sumber: Markham, 1988

### 2.5.2 Spektrofotometer Inframerah (IR)

Spektrofotometer FTIR (*Fourier Transform Infrared*) merupakan spektrofotometer inframerah yang dilengkapi dengan transformasi Fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya. Inti spektrofotometer FTIR adalah interferometer Michelson yaitu alat untuk menganalisis frekuensi dalam sinyal gabungan. Spektrofotometer inframerah sangat berguna untuk analisis kualitatif

(identifikasi) gugus fungsi dari senyawa organik. Daerah inframerah meliputi inframerah dekat (*near infrared*, NIR) antara 20.000-4.000  $\text{cm}^{-1}$ , IR tengah 4.000-400  $\text{cm}^{-1}$ , dan IR jauh berada pada 400-10  $\text{cm}^{-1}$  (Sastrohamidjojo, 2003). Bilangan gelombang spektrum inframerah disajikan dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Bilangan Gelombang Spektrum Inframerah

No	Bilangan Gelombang (cm-1)	Gugus Fungsi
1	3420-3250	OH alkohol dan fenol
2	2990-2850	C-H senyawa alifatik
3	1870-1650	C=O senyawa karbonil
4	1705-1665	C=O dan C=C dalam $\alpha$ , $\beta$ -keton tak jenuh
5	1650-1580	C=O dan C=C dalam $\alpha$ , $\beta$ -keton tak jenuh
6	1615-1590	C=C cincin benzenas
7	1440-1260	C-OH alkohol
8	1280-1220	C-O-C eter
9	1200-1015	C-O alkohol
10	970-800	C-C-O alkohol

Sumber: Lambert *et al.*, 1998

## 2.6 Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian terkait rimpang temu kunci maupun pertumbuhan aktivitas antibakteri telah banyak dilakukan baik di Indonesia maupun luar negeri. Ekstrak etanol rimpang temu kunci dapat memengaruhi penghambatan *Streptococcus mutans*. Konsentrasi ekstrak etanol rimpang temu kunci yang memberikan daya hambat bakteri *Streptococcus mutans* paling besar adalah 50  $\mu\text{g/mL}$  (Mahmudah dan Atun, 2017).

Panduratin A sebagai agen antimikroba memiliki aktivitas yang tinggi terhadap uji MRSA, MSSA, MCNS, dan MSCNS, termasuk organisme yang resisten terhadap antimikroba lainnya. Aktivitas antistaphylococcal panduratin A, sebuah senyawa chalcone murni yang diisolasi dari *Kaempferia pandurata* Roxb.,

memiliki MIC 90 % dari bakteri yang dihambat oleh 1 µg/mL panduratin A (Rukayadi *et al.*, 2009). Panduratin A yang telah diisolasi dalam bentuk murni dari ekstrak etanol rimpang temu kunci juga memiliki aktivitas antibakteri terhadap isolat Enterococci (Rukayadi *et al.*, 2010).

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan di atas dapat disimpulkan bahwa ekstrak etanol rimpang yang memiliki aktivitas menghambat pertumbuhan bakteri mengandung senyawa flavonoid. Flavonoid dalam rimpang sebagai penghambat pertumbuhan mikroba. Penghambatan pertumbuhan mikroba terjadi karena sintesis dinding sel, mengubah permeabilitas membran sel dan transport aktif melalui membran sel, penghambatan sintesis protein, dan penghambatan sintesis asam nukleat (Jawetz *et al.*, 2005).



## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Simpulan**

Berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat memberikan simpulan sebagai berikut:

1. Rimpang temu kunci (*Kaempferia pandurata* Roxb.) mengandung senyawa flavonoid jenis flavanon setelah dilakukan isolasi menggunakan kromatografi kolom yaitu 6,7,3',4'-tetrahidroksi flavanon.
2. Isolat rimpang temu kunci memiliki aktivitas dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan penelitian ini disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan aplikasi terhadap efek antibakteri dari rimpang temu kunci.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menguji aktivitas antimikroba lainnya seperti antijamur atau antikanker.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, S. S. 2003. *Kimia Organik*. Edisi 11. Jakarta: Erlangga.
- Astuti, R. W., Cahyono, E., dan Kusuma, E. 2007. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Alkaloid dalam Daun Kepel. *Skripsi*. Semarang: FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- Ata, N., Yusuf N. A., Tan, B. C., Husaini, A., Yusuf, Y. M., Majid, N. A., dan Khalid, N. 2015. Expression Profiles of Flavonoid-Related Gene, 4 Coumarate: Coenzyme A Ligase, and Optimization of Culturing Conditions for The Selected Flavonoid Production in *Boesenbergia rotunda*. *Plant Cell Tiss Organ Cult*, 125(3):47-55.
- Burhanudin, M. R., Indrayudha, P., dan Munawaroh, R. 2013. Aktivitas Antibakteri dan Bioautografi Ekstrak Etanol Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.) terhadap *Streptococcus mutans* dan *Escherichia coli*. Surakarta: Fakultas Farmasi UMS.
- Chahyadi, A., Hartati, R., Wirasutisna, K.R., dan Elfahmi. 2014. *Boesenbergia pandurata* Roxb., An Indonesian Medicinal Plant: Phytochemistry, Biological Activity, Plant Biotechnology. *Procedia Chemistry*, 13:13-37.
- Chunaifi, M. dan Tukiran. 2014. Skrining Fitokimia dari Ekstrak Etil asetat Kulit Batang Tumbuhan Nyiri Batu (*Xylocarpus moluccensis*). *UNESA Journal of Chemistry*, 3(3):87-92.
- Darwis, D. 2004. Teknik Penelitian Kimia Bahan Alam, Workshop Peningkatan Sumber Daya Manusia Penelitian dan Pengelolaan Sumber Daya Hutan yang Berkelanjutan. Padang: FMIPA Universitas Andalas.
- Day, R. A. Dan Underwood, A. L. 2002. *Analisa Kimia Kualitatif*. Jakarta: Erlangga.
- Erlyn, P. 2016. Efektivitas Antibakteri Fraksi Aktif Serai (*Cymbopogon citratus*) terhadap Bakteri *Streptococcus mutans*. *Syifa' Medika*, 6(2):111-125.
- Fatmawati, D. W. 2011. Hubungan Biofilm *Streptococcus mutans* terhadap Resiko Terjadinya Karies Gigi. *Stomatognatic (J.K.G)*, 8(3):127-130.
- Frindryani, L. F., Atun, S., dan Amanatie. 2016. Isolasi dan Uji Aktivitas Antioksidan Senyawa dalam Ekstrak Etanol Temu Kunci (*Boesenbergia pandurata*) dengan Metode DPPH. *Skripsi*. Yogyakarta: FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- Gritter, R. J. 1991. *Pengantar Kromatografi*. Alih bahasa oleh Kokasih Padmawinata. Bandung: Penerbit ITB.
- Halimah, N. 2010. Uji Fitokimia dan Uji Toksisitas Ekstrak Tanaman Anting-Anting (*Acalypha indica* Linn) Terhadap Larva Udang (*Artemia salina* Leach). *Skripsi*. Malang: FMIPA UIN Maulana Malik Ibrahim.

- Harborne, J. B. 1987. *Metode Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisa Tumbuhan*. Bandung: Penerbit ITB.
- Hayani, E. 2007. Pemisahan Komponen Rimpang Temu Kunci Secara Kromatografi Kolom. *Buletin Teknik Pertanian*, 12(1):35-37.
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan berguna Indonesia I*. Jakarta: Yayasan Sarana Wana Jaya.
- Jawetz, E., Adelberg, E. A., dan Melnick, J. 2005. *Mikrobiologi Kedokteran*. Terjemahan Enugroho dan Maulana Edisi ke-20. Jakarta: EGC.
- Kardono, L. 2003. *Tingkat Manfaat dan Keamanan Tanaman Obat Tradisional*. Yogyakarta: Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada.
- Kirana, C., Jones, G.P., Record, I.R., and McIntosh, G.H., 2007, Anticancer Properties of Panduratin A Isolated from *Boesenbergia Pandurata* (Zingiberaceae), *Journal of Natural Medicine*, 61:131-137.
- Kristanti, A. N., Aminah, N. S., Tanjung, M., dan Kurniadi, B. 2008. *Buku Ajar Fitokimia*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Lambert, J. F., Shurvell, H. F., Lightner, D. A., dan Cooks, R. 1998. *Organic Structural Spectroscopy* (1<sup>st</sup> ed.). Englewood Cliff: Prentice-Hall.
- Lisiyana, N., Hayati, E. K., dan Aini, N. 2016. Isolasi Senyawa Alkaloid Fraksi Etil Asetat Tanaman Anting-Anting (*Acalypha indica* L.) dengan Variasi Kecepatan Laju Alir Menggunakan Kromatografi Kolom. *Skripsi*. Malang: FMIPA UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Mahmudah, F. L. dan Atun, S. 2017. Uji Aktivitas antibakteri Ekstrak Etanol Temu Kunci (*Boesenbergia pandurata*) terhadap Bakteri *Streptococcus mutans*. *J Pen. Saintek*, 22(1):59-66.
- Markham, K. R. 1988. *Cara Mengidentifikasi Flavonoid*. (Alih Bahasa: Kosasih Padmawinata) Bandung: Penerbit ITB.
- Marsh, P. d. 2006. Dental Plaque as A Biofilm and A Microbial Community- Implications for Health and Disease. *BMC Oral Health*, 6(1):14.
- Ningsih, D. R., Zufahair, dan Kartika, D. 2016. Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Serta Uji Aktivitas Ekstrak Daun Sirsak sebagai Antibakteri. *Molekul*, 11(1):101 – 111.
- Nugraha, S. A., Siadi, K., dan Sudarmin. 2012. Uji Antimikroba Etil p-Metoksi Sinamat dari Rimpang Kencur Terhadap *Bacillus subtilis*. *Indo J. Chem. Sci.*, 1(2):147-151.
- Pangesti, R. D., Cahyono, E., dan Kusumo, E. 2017. Perbandingan Daya Antibakteri Ekstrak dan Minyak Atsiri Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L.)

- Terhadap Bakteri *Streptococcus mutans*. Skripsi. Semarang: FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- Parwata, O. A., Sukardiman, dan Widhiartini, A. 2014. Isolasi dan Aktivitas Antikanker Pinostrobin dari Temu Kunci (*Kaempferia pandurata* Roxb.) Terhadap Fibrosarkoma Mencit Hasil Induksi Benzopiren. *Jurnal Kimia*, 8(2):243-250.
- Phongpaichit, S., Subhadhirasakul, S., dan Wattanapiromsakul, C. 2005. Antifungi Activities of Extracts from Thai Medicinal Plants Against Opportunistic Fungal Pathogens Associated with AIDS Patients. *Mycoses*, 48:333-338.
- Robinson, T. 1995. *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi*. Edisi keenam. Alih bahasa oleh Kosasih Padmawinata. Bandung: Penerbit ITB.
- Rukayadi, Y., Han, S., Yong, D., dan Hwang, J. K. 2010. In Vitro Antibacterial Activity of Panduratin A Against Enterococci Clinical Isolates. *Biol Pharm Bull*, 33:1489-1493.
- Rukayadi, Y., Lee, K., Han, S., Yong, D., and Hwang, J. K. In Vitro Activities of Panduratin A Against Clinical Staphylococcus Strains. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 53:4529-4532.
- Santoso, O., Wardai, A. P., dan Kusumasari, N. 2012. Pengaruh Larutan Ekstrak Siwak (*Salvadora persica*) Terhadap *Streptococcus mutans*: Studi In Vitro dan In Vito. *Media Medika Indonesia*, 46(3):163-167.
- Sari, O. P., dan Taufiqurrohman, T. 2006. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Flavonoid Fraksi Etil Asetat Rimpang Tumbuhan Temu Kunci (*Boesenbergia pandurata* (Roxb) Schelecht) (*Zingiberaceae*). *Indo. J. Chem.*, 6(2):219-223.
- Sastrohamidjojo, H. 2003. Kromatografi. Yogyakarta: Liberty.
- Setiana, A. H., Rasyid, A., Fitriani, N., Nurfan, N., dan Kristian, R. 2011. Pembentukan Senyawa Alkaloid dan Terpenoid. Universitas Muhammadiyah Sukabumi.
- Sroiri, T. Dan Boonyanit, T. 2010. Inhibition of Candida Adhesion to Denture acrylic by *Boesenbergia pandurata*. *Asian pac. J. Trop. Med.*, 3:272-275.
- Sukandar, E. Y., Fidrianny, I., dan Kamil, A. 2015. In Situ Antibacterial Activity of *Kaempferia pandurata* (Roxb.) Rhizomes Against *Staphylococcus aureus*. *Int J Pharm Pharm Sci*, 7(2):239-244.
- Sukandar, E. Y., Sunderam, N., dan Fidrianny, I. 2014. Activity of *Kaempferia pandurata* (Roxb.) Rhizome Ethanol Extract Against MRSA, MRCNS, MSSA, *Bacillus subtilis* and *Salmonella typhi*. *Pak. J. Biol. Sci.*, 17(1):49-55.

- Syahril, A., Bialangi, N., dan Iyabu, H. 2015. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Flavonoid Dalam Ekstrak Metanol Daun Pecut Kuda. Gorontalo: Fakultas Matematika dan IPA Universitas Negeri Gorontalo.
- Tim dosen kimia analisis. 2004. *Petunjuk Praktikum Dasar-Dasar Pemisahan Analitik*. Semarang: FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- Tristiyanto. 2009. Studi Aktivitas Antibakteri dan Identifikasi Golongan Senyawa Ekstrak Aktif Antibakteri Buah Gambas (*Luffa acutangula* Roxb.). Surakarta: FMIPA Universitas Sebelas Maret.
- Utani, E. R. 2012. Antibiotika, Resistensi, dan Rasionalitas Terapi. *Sainstis*, 1(1): April-September.
- Voight, R. 1995. *Buku Pelajaran Teknologi Farmasi*. Diterjemahkan oleh Soedani Noerono Soewandi, Apt. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press.
- Win, N. N., Awale, S., Esumi, H., Tezuka, Y., dan Kadota, S. 2008. Panduratins D-I, Novel Secondary Metabolites from Rhizomes of *Boesenbergia pandurata*. *Chemical & Pharmaceuticcal Bulletin*, 56:491-496.
- Yanti, Rukayadi, Y., Lee, K. H., and Hwang, J. K. 2009. Activity of Panduratin A Isolated from *Kaempferia pandurata* Roxb. Against Multi-species Oral Biofilms In Vitro. *J Oral Sci.*, 51(2):87-95.