

**PERBANDINGAN STRUKTUR ANATOMI DAN
UJI HISTOKIMIA KEMUKUS (*Piper cubeba* L.f.)
DAN KEMUKUS SEMU (*Piper lanatum* Roxb.)**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si.)
dalam Ilmu Biologi



Oleh:

BULAN AYU IVANDA

NIM: 1908016006

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2023**

**PERBANDINGAN STRUKTUR ANATOMI DAN
UJI HISTOKIMIA KEMUKUS (*Piper cubeba* L.f.)
DAN KEMUKUS SEMU (*Piper lanatum* Roxb.)**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si.)
dalam Ilmu Biologi



Oleh:

BULAN AYU IVANDA

NIM: 1908016006

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2023**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bulan Ayu Ivanda

NIM : 1908016006

Jurusan : Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**"PERBANDINGAN STRUKTUR ANATOMI DAN
UJI HISTOKIMIA KEMUKUS (*Piper cubeba* L.f.) DAN
KEMUKUS SEMU (*Piper lanatum* Roxb.)"**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 6 Juni 2023

Pembuat Pernyataan,

The image shows a handwritten signature in black ink over a yellow official stamp. The stamp contains the text 'KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN INOVASI' on the left, 'KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN' at the top, and 'KEMENTERIAN TEMPEL' on the right. Below the stamp is the identification number '6A208AKX467966059'.

Bulan Ayu Ivanda

NIM: 1908016006



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang
Telp. 024-7601295 Fax. 7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul skripsi : Perbandingan Struktur Anatomi dan Uji Histokimia Kemukus (*Piper cubeba* L.f.) dan Kemukus Semu (*Piper lanatum* Roxb.)

Penulis : **Bulan Ayu Ivanda**

NIM : 1908016006

Program Studi : Biologi

Telah diujikan dalam siding tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Biologi


Semarang, 30 Juni 2023

DEWAN PENGUJI

Penguji I,


Dr. Baiq Farhatul Wahidah, M.Si
NIP. 197502222009122002

Penguji II,


Tri Yuni Indah W, M.Sc.
NIP. 198806282018012002

Penguji III,


Dr. Ling Rusmadi, M.Si.
NIDN. 2026018307


Penguji IV,


Hafidha Asni Akmalia, M.Sc.
NIP. 198908212019032013

Pembimbing I


Dr. Baiq Farhatul Wahidah, M.Si
NIP. 197502222009122002

Pembimbing II


Tri Yuni Indah W, M.Sc.
NIP. 198806282018012002

NOTA DINAS

Semarang, 3 Juli 2023

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo di Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Perbandingan Struktur Anatomi dan Uji Histokimia Kemukus (*Piper cubeba* L.f.) dan Kemukus Semu (*Piper lanatum* Roxb.)
Penulis : **Bulan Ayu Ivanda**
NIM : 1908016006
Jurusan : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisong untuk diujikan dalam Sidang *Munaqasyah*.

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing I,



Dr. Baiq Farhatul Wahidah, M.Si.
NIP. 197502222009122002

NOTA DINAS

Cibinong, 6 Juni 2023

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo di Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Perbandingan Struktur Anatomi dan Uji Histokimia Kemukus (*Piper cubeba* L.f.) dan Kemukus Semu (*Piper lanatum* Roxb.)
Penulis : **Bulan Ayu Ivanda**
NIM : 1908016006
Jurusan : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang *Munaqasyah*.

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing II,



Tri Yuni Indah W, M.Sc.

NIP. 198806282018012002

ABSTRAK

Kemukus (*Piper cubeba* L.f.) termasuk tanaman obat dari genus *Piper*. *Piper lanatum* Roxb. mempunyai kemiripan dengan *Piper cubeba* L.f. secara morfologi. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan struktur anatomi dan mengidentifikasi senyawa metabolit sekunder untuk membedakan kedua *Piper* tersebut. Organ yang diamati yaitu batang dan daun. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif. Data kualitatif yang didapat dianalisis secara deskriptif. Struktur anatomi diamati menggunakan preparat permanen, sedangkan preparat segar digunakan untuk uji histokimia. Perbedaan anatomi daun kedua spesies terdapat pada jumlah lapisan bunga karang, lokasi sklerenkim, bentuk ibu tulang daun, jenis stomata, serta keberadaan sel idioblas besar dan kristal oksalat. Perbedaan anatomi batang kedua spesies dapat dilihat dari susunan kolenkim dan keberadaan trikoma glandular, jumlah sel trikoma non-glandular, dan jumlah kanal lendir. Berdasarkan hasil uji histokimia, daun dan batang kedua spesies mengandung flavonoid, fenol, dan lipofilik.

Kata kunci: Anatomi, Histokimia *Piper cubeba*, *Piper lanatum*, Struktur Sekretori,

ABSTRACT

Cubeb (*Piper cubeba* L.f.) is a medicinal plant from the genus *Piper*. *Piper lanatum* Roxb. bears a resemblance to *Piper cubeba* L.f. morphologically. This study aims to describe the anatomical structure and identify secondary metabolites to differentiate those two species. Observation of anatomical structure and histochemical test was performed on the leaf and stem. This study used a descriptive qualitative method which is obtaining data is analyzed descriptively. Anatomical structure was prepared using permanent slide and fresh method to histochemical test. The differences in the leaf anatomy of the two species are found in the number of spongy layers, the location of the sclerenchyma, the shape of the midrib, types of stomata, and the presence of large idioblast cells and oxalate crystals. The differences in the stem anatomy of the two species can be seen from the arrangement of collenchyma and existence of glandular trichomes, the number of non-glandular trichome cells, and the number of mucilage canals. Based on histochemical test leaves and stems of both species contained flavonoids, phenols and lipophilic.

Keywords: *Anatomy, Histochemical, Piper cubeba, Piper lanatum, Secretory Structure.*

TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Penulisan transliterasi huruf-huruf Arab Latin dalam skripsi ini berpedoman pada SKB Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R.I. Nomor : 158/1987 dan Nomor : 0543b/U/1987. Penyimpangan penulisan kata sandang [al-] disengaja secara konsisten supaya sesuai teks Arabnya.

ا	A	ط	t}
ب	B	ظ	z}
ت	T	ع	'
ث	s\	غ	g
ج	J	ف	F
ح	H}	ق	Q
خ	Kh	ك	K
د	D	ل	L
ر	z\	م	M
ر	R	ن	N
ز	Z	و	W
س	S	ه	H
		ا	
ش	Sy	ء	'
ص	s}	ي	Y
ض	d}		

Bacaan Madd :

a > = a panjang

i > = i panjang

u > = u panjang

Bacaan Diftong :

au = °و |

ai = °ي |

I = °ي |

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, segala puji syukur bagi Allah SWT yang telah memberikan karunia dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Perbandingan Struktur Anatomi dan Uji Histokimia Kemukus (*Piper cubeba* L.f.) dan Kemukus Semu (*Piper lanatum* Roxb.)" dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk kelulusan di Program Studi Biologi UIN Walisongo Semarang.

Shalawat serta salam senantiasa terlimpahkan kepada suri tauladan umat muslim baginda Nabi Muhammad SAW yang telah membangkitkan semangat umatnya untuk menimba ilmu. Penulis sadar bahwa dalam penyusunan skripsi ini berbagai pihak telah berjasa memberikan bantuan dan bimbingan. Maka dari itu, ucapan terima kasih dengan penuh rasa hormat penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Imam Taufiq, M.Ag., selaku Rektor UIN Walisongo Semarang;
2. Dr. Ismail, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang;

3. Baiq Farhatul Wahidah, M.Si. selaku Ketua Program Studi Biologi, Wali Dosen dan Dosen Pembimbing I Skripsi yang membimbing proses penyusunan skripsi;
4. Tri Yuni Indah W, M.Sc. selaku Pembimbing II Skripsi yang telah banyak membantu dari penelitian hingga penyusunan skripsi ;
5. Dosen mata kuliah botani dan histologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang Niken Kusumarini M.Si., Hafidha Asni Akmalia, S.Pd., M.Sc., dan Mirtaati Na'ima, S.Si., M.Sc. yang telah memberikan arahan dan bantuan dalam teknis pelaksanaan penelitian;
6. Para petani kemukus beserta keluarga di Kabupaten Kendal Bapak Mariyadi dan Bapak Ziani yang berkenan memberikan hasil tanamnya untuk diteliti;
7. Segenap keluarga besar Bapak Supaat dan keluarga besar Bapak Rapin yang senantiasa memberikan dukungan moral maupun materil;
8. 'Aisyah Chofifawati dan Riska Dwi Aswaroh serta semua teman-teman prodi Biologi 2019 UIN Walisongo Semarang yang telah menemani dan saling menyemangati selama menyelesaikan skripsi;

9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga segala bantuan yang telah diberikan mendapatkan balasan yang terbaik dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Maka dari itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun.

Semarang, 12 Juni 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	I
PERNYATAAN KEASLIAN	II
NOTA DINAS	V
ABSTRAK	VI
TRANSLITERASI ARAB-LATIN	VIII
KATA PENGANTAR	IX
DAFTAR ISI	XII
DAFTAR TABEL	XIV
DAFTAR GAMBAR	XV
DAFTAR LAMPIRAN	XXIII
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	7
LANDASAN PUSTAKA	9
A. Kajian Pustaka	9
1. Kemukus (<i>Piper cubeba</i> L.f.)	9
2. Kemukus semu (<i>Piper lanatum</i> Roxb.).....	13
3. Daun	15
4. Batang.....	19
5. Struktur sekretori.....	20
6. Histokimia.....	22
B. Kajian Penelitian yang Relevan	23
C. Kerangka Berpikir	27
METODE PENELITIAN	29
A. Pendekatan Penelitian	29
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	29
Keterangan	30
Area kajian	30
Lokasi penelitian	30

Sumber Data.....	30
Google Maps, 2023	30
Dibuat oleh: Bulan Ayu Ivanda - 1908016006.....	30
C. Sumber Data.....	31
D. Metode dan Instrumen Pengumpulan Data	31
1. Pengukuran Parameter Lingkungan	31
2. Teknik Sampling dan Koleksi Tumbuhan	32
3. Uji Laboratorium.....	33
4. Observasi dan Dokumentasi	35
E. Analisis Data	36
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
A. Struktur Anatomi Daun Kemukus (<i>Piper cubeba</i> L.f.) dan Kemukus Semu (<i>Piper lanatum</i> Roxb.)	37
B. Struktur Anatomi Batang Kemukus (<i>Piper cubeba</i> L.f.) dan Kemukus Semu (<i>Piper lanatum</i> Roxb.)	49
C. Uji Histokimia Daun Kemukus (<i>Piper cubeba</i> L.f.) dan Kemukus Semu (<i>Piper lanatum</i> Roxb.)	53
D. Uji Histokimia Batang Kemukus (<i>Piper cubeba</i> L.f.) dan Kemukus Semu (<i>Piper lanatum</i> Roxb.)	57
PENUTUP	60
A. Simpulan	60
B. Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN.....	69
RIWAYAT HIDUP	72

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 1.1	Kajian Penelitian yang Relevan	21
Tabel 3.1	Parameter lingkungan pada lokasi sampling	30
Tabel 4.1	Ukuran sel epidermis, ukuran stomata, kerapatan stomata, dan indeks stomata pada <i>P. cubeba</i> dan <i>P. lanatum</i>	39
Tabel 4.2	Karakter sayatan transversal daun <i>P. cubeba</i> dan <i>P. lanatum</i>	45
Tabel 4.3	Perbedaan anatomi daun <i>P. cubeba</i> dan <i>P. lanatum</i>	47
Tabel 4.4	Karakter sayatan transversal batang <i>P. cubeba</i> dan <i>P. lanatum</i>	53
Tabel 4.5	Ukuran struktur sekretori <i>P. cubeba</i> dan <i>P. lanatum</i>	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 1.1	Habitus tanaman. A: <i>Piper cubeba</i> L.f., B: <i>Piper lanatum</i> Roxb. (Sumber: Dokumentasi penelitian)	2
Gambar 2.1	Gambar 2.1 Perawakan dan tipe cabang kemukus dan kemukus semu: (1) batang memanjat, (2) cabang lateral, (3) cabang menjalar. (Sumber: Kusumarini, 2016)	10
Gambar 2.2	<i>Piper cubeba</i> L.f.: perawakan (A), perbungaan betina dewasa (B), perbungaan betina muda (C), perbuahan dewasa (D), awetan alkohol perbungaan betina (E), buah kering (F), irisan membujur buah (G) (Sumber: Kusumarini & Ariyanti, 2015).	11

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.3	<i>Piper lanatum</i> Roxb.: perawakan (A), perbungaan betina muda (B), spesimen kering perbungaan betina (C), perbuahan masak (D), spesimen awetan alkohol perbuahan (E), buah kering (F), irisan membujur buah (G) (Sumber: Kusumarini & Ariyanti, 2015).	14
Gambar 2.4	Irisan melintang pada daun (Sumber: Crang, et al., 2018)	16
Gambar 2.5	Gambar 2.5 Contoh sekretori pada daun Piper. A: idioblas, B: trikoma glandular (Deraya, 2016).	16
Gambar 2.6	Irisan melintang batang dikotil (Kubis liar, Brassica oleracea). D: jaringan dermal; G: meristem dasar; C: korteks; P: empulur; V: berkas pembuluh. Ukuran skala 500 μm (a) dan 100 μm (b dan C) (Sumber: Simpson, 2019).	18

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.7	Gambar 2.7 d-f Irisan melintang batang monokotil (jagung, <i>Zea mays</i>). D: jaringan dermal; G: meristem dasar; V: berkas pembuluh. Ukuran skala 500 μ m (d) dan 100 μ m (e dan f) (Sumber: Simpson, 2019).	19
Gambar 2.8	Skema kerangka berpikir	27
Gambar 3.1	Peta lokasi pengambilan sampel (Sumber: Google maps, 2022)	29
Gambar 4.1	Sayatan transversal daun. A: <i>P. cubeba</i> , B: <i>P. lanatum</i> . kt: kutikula, ead: epidermis adaksial, eab: epidermis abaksial, had: hipodermis adaksial, hab: hipodermis abaksial, pal: palisade, bk:bunga karang, id: idioblas. Perbesaran 100x. Pewarnaan safranin-fastgreen. (Sumber: Dokumentasi Penelitian)	37

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 4.2	Sayatan transversal daun. A: <i>P. cubeba</i> , B: <i>P. lanatum</i> . ead: epidermis adaksial, eab: epidermis abaksial, had: hipodermis adaksial, hab: hipodermis abaksial, pal: palisade, bk: bunga karang, id: idioblas. Perbesaran 400x. Pewarnaan safranin-fastgreen. (Sumber: Dokumentasi Penelitian)	38
Gambar 4.3	Sayatan transversal ibu tulang daun <i>P. cubeba</i> (A) dan <i>P. lanatum</i> (B). (sk: sklerenkim, xl: xilem, fl: floem). Perbesaran 100x. Pewarnaan safranin-fastgreen. (Sumber: Dokumentasi Penelitian)	40
Gambar 4.4	Sayatan paradermal daun <i>P. cubeba</i> (A dan C) dan <i>P. lanatum</i> (B dan D). Penampang paradermal bagian adaksial (A dan B), Penampang paradermal bagian abaksial (C dan D), (id: idioblas, k: kristal oksalat, st: stomata, t: trikoma). Perbesaran 400x. Pewarnaan safranin-fastgreen. (Sumber: Dokumentasi Penelitian)	42

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 4.5	Sayatan transversal ibu tulang daun <i>P. cubeba</i> (A) dan <i>P. lanatum</i> (B). (sk: sklerenkim, xl: xilem, fl: floem). Perbesaran 100x. Pewarnaan safranin-fastgreen. (Sumber: Dokumentasi Penelitian)	43
Gambar 4.6	Sayatan transversal batang <i>P. cubeba</i> (A) dan <i>P. lanatum</i> (B) (t: trikoma, kt; kutikula, ep: epidermis, kol: kolenkim, kor: korteks, sk: sklerenkim, bp: berkas pembuluh perifer, bm: berkas pembuluh meduler, em: empulur, kl: kanal lendir). Perbesaran 100x. Pewarnaan safranin-fastgreen. (Sumber: Dokumentasi Penelitian)	46

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 4.7	Sayatan transversal batang <i>P. cubeba</i> (A) dan <i>P. lanatum</i> (B). (t: trikoma, kt; kutikula, ep: epidermis, kol: kolenkim, kor: korteks, sk: sklerenkim, bp: berkas pembuluh perifer, bm: berkas pembuluh meduler, em: empulur, kl: kanal lendir). Perbesaran 4X. Preparat segar. (Sumber: Dokumentasi Penelitian).	50
Gambar 4.8	Hasil uji histokimia daun. A: flavonoid <i>P. cubeba</i> , B: flavonoid <i>P. lanatum</i> , C: fenol <i>P. cubeba</i> , D: fenol <i>P. lanatum</i> , E: lipofilik <i>P. cubeba</i> , F: lipofilik <i>P. lanatum</i> . (400x, preparat segar). Tanda panah menunjukkan reaksi positif. (Sumber: Dokumentasi Penelitian).	53

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 4.9	Struktur sekretori daun. A: trikoma glandular daun <i>P. cubeba</i> (100x, safranin-fastgreen), B: trikoma glandular daun <i>P. lanatum</i> (400x, safranin fastgreen), C: trikoma non-glandular daun <i>P. cubeba</i> (400x, safranin-fastgreen), D: trikoma non-glandular daun <i>P. lanatum</i> . E: sel idioblas daun <i>P. cubeba</i> (400x), F: sel idioblas daun <i>P. lanatum</i> (400x, safranin-fastgreen). Id: idioblas, tg: trikoma glandular, tn: trinoma non glandular. (Sumber: Dokumentasi Penelitian)	54
Gambar 4.10	Hasil uji histokimia batang. A: flavonoid <i>P. cubeba</i> , B: flavonoid <i>P. lanatum</i> , C: fenol <i>P. cubeba</i> , D: fenol <i>P. lanatum</i> , E: lipofilik <i>P. cubeba</i> , F: lipofilik <i>P. lanatum</i> . (400x, preparat segar). Tanda panah menunjukkan reaksi positif. (Sumber: Dokumentasi Penelitian).	57

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 4.11	Struktur sekretori batang <i>P. cubeba</i> dan <i>P. lanatum</i> . A: trikoma glandular dan non glandular batang <i>P. cubeba</i> (400x, safranin-fastgreen), B: trikoma non glandular batang <i>P. lanatum</i> (400x, safranin-fastgreen), C: idioblas batang <i>P. cubeba</i> (400x, preparat segar), D: sel idioblas batang <i>P. lanatum</i> (400x, preparat segar). tn: trikoma non-glandular, tg: trikoma glandular. Anak panah: idioblas (Sumber: Dokumentasi Penelitian).	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1	Tabel data kuantitatif anatomi kemukus (<i>Piper cubeba</i> L.f.) dan kemukus semu (<i>Piper lanatum</i> Roxb.)	68
Lampiran 2	Pengukuran parameter lingkungan lokasi sampling. A: ketinggian tempat <i>P. cubeba</i> , B: ketinggian tempat <i>P. lanatum</i> , C: intensitas cahaya <i>P. cubeba</i> , D: intensitas cahaya <i>P. lanatum</i> , E: temperatur udara <i>P. cubeba</i> , F: temperatur udara <i>P. lanatum</i> , G: pH tanah <i>P. cubeba</i> , H: pH tanah <i>P. lanatum</i> .	70

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kemukus (*Piper cubeba* L.f.) termasuk tanaman obat dari genus *Piper*. Sebagian besar tumbuh di Sumatera dan Jawa, oleh karena itu sering disebut juga lada jawa. Kemukus merupakan tanaman tahunan berperawakan memanjat, bercabang bulat, dan akar panjat berwarna abu-abu. Panjang daun kemukus empat sampai enam inci dengan lebar satu sampai dua inci, bentuk daun bulat telur dengan ujung daun meruncing. Bunga tersusun pada braktea. Buah kemukus agak lebih panjang dari buah lada hitam. (Eisai, 1995).

Genus *Piper* lain yang ditemukan di Jawa adalah kemukus semu (*Piper lanatum* Roxb.). Orang Malaysia mengenalnya sebagai cabai hutan atau lada hantu. Tanaman ini dapat ditemukan di seluruh daerah tropis terutama di Asia Tenggara. Habitus kemukus semu berupa tanaman merambat (Suwanphakdee & Chantaranonthai, 2008).



Gambar 1.1 Habitus tanaman. A: *Piper cubeba* L.f., B: *Piper lanatum* Roxb. (Sumber: Dokumentasi penelitian)

Secara sekilas kemukus dan kemukus semu terlihat sama. Habitus keduanya dapat dilihat pada Gambar 1.1. Sejalan dengan Yuncker (1972) yang menyebutkan bahwa spesies *Piper* sulit dibedakan karena morfologi luarnya sangat mirip, sehingga sulit untuk diidentifikasi.

Ciri khas yang membedakan kemukus dan kemukus semu dari jenis *Piper* lain yaitu buah bertangkai. Perbedaan kedua jenis *Piper* tersebut dapat dilihat dari perawakan batang, morfologi daun, warna daun penumpu, perbungaan, braktea, dan morfologi buah (Kusumarini & Ariyanti, 2015). Walaupun demikian sampai sekarang masih terjadi kekeliruan identifikasi antara kemukus dan kemukus semu. Terbukti pada salah satu pedagang di lokapasar Indonesia yang melabeli kemukus semu (*Piper lanatum* Roxb.) sebagai kemukus (*Piper cubeba* L.f.). Fenomena tersebut penulis pada bulan September tahun 2022. Bibit dan buah yang disebut kemukus setelah diidentifikasi ternyata kemukus semu.

Selain morfologi, data anatomi dapat digunakan sebagai data penunjang taksonomi (Carlquist, 1961). Studi tentang morfoanatomi lima spesies *Piper* dari Bangladesh mengungkapkan ada beberapa karakter yang dapat digunakan untuk membedakan antar spesies. Ciri anatomi yang dimaksud yaitu trikoma, jumlah berkas pengangkut, keberadaan kanal lendir di batang dan hipodermis, bentuk pelepah, idioblas, dan stomata (Shethi et al., 2019). Studi anatomi antar spesies *Piper* di Indonesia telah dilakukan (Tihurua et al., 2011). Sebagian besar studi anatomi terkonsentrasi pada perbedaan struktur anatomi antar spesies. Adapun organ yang diteliti yaitu batang dan daun

(Deraya, 2016; Dewi et al., 2021; Istifarlin, 2016; Kusumarini, 2016; Machado et al., 2015; Malak, 2017; Nugroho et al., 2019; Raman et al., 2012; Shethi et al., 2019; Tihurua et al., 2011).

Daun *Piper* memiliki aroma khas yang dapat dengan mudah dikenali. Aroma tersebut berasal dari metabolit sekundernya berupa minyak atsiri (Oyen & Dung, 1999). Metabolit sekunder diproduksi dari struktur sekretori tumbuhan.

Minyak atsiri buah kemukus berpotensi sebagai antioksidan dan bermanfaat untuk mengobati penyakit terkait anti hiperurisemia (Andriana et al., 2019). Berdasarkan skrining fitokimia, buah *Piper cubeba* L.f. mengandung alkaloid, flavonoid, fenol, dan tanin (Nirmala & Nandhini, 2019). Senyawa flavonoid batang *Piper lanatum* Roxb. menunjukkan aktivitas antibakteri yang baik pada *Bacillus subtilis* (Salleh et al., 2015).

Kandungan fitokimia pada daun *Piper cubeba* L.f. seperti alkaloid, tanin, saponin, fenol, glikosida dan flavonoid menunjukkan aktivitas antioksidan yang kuat dengan cara menghambat radikal bebas (Kurbetti et al., 2020). Kombinasi ekstrak daun kemukus semu (*Piper lanatum* Roxb.) dan daun sirih (*Piper betle* var. *Nigra*) dapat menghambat jamur patogen pembusuk,

meningkatkan pertumbuhan, dan meningkatkan kualitas beras pada padi Bali (Suriani et al., 2020).

Mengingat kemukus berpotensi menjanjikan sebagai tanaman obat, informasi tentang struktur sekretori pada *Piper* penting untuk ekstraksi minyak atsiri yang optimal. Selama ini minyak atsiri kemukus berasal dari buahnya. Padahal produksi buah kemukus di Indonesia per tahun masih rendah yaitu 223 ton (Herwindo, 2007).

Oleh karena itu, distribusi sel sekretori pada daun dan batang kemukus dan kemukus semu perlu dieksplorasi lebih lanjut. Identifikasi dan lokalisasi senyawa metabolit sekunder dalam sel atau jaringan tumbuhan secara kualitatif dapat dideteksi dengan uji histokimia (Demarco, 2017). Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan dan membandingkan struktur anatomi dan melakukan uji histokimia daun dan batang kemukus (*Piper cubeba* L.f.) dan kemukus semu (*Piper lanatum* Roxb.).

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perbedaan struktur anatomi daun kemukus (*Piper cubeba* L.f.) dan kemukus semu (*Piper lanatum* Roxb.)?

2. Bagaimana perbedaan struktur anatomi batang kemukus (*Piper cubeba* L.f.) dan kemukus semu (*Piper lanatum* Roxb.)?
3. Bagaimana hasil identifikasi dan lokalisasi senyawa metabolit sekunder pada daun kemukus (*Piper cubeba* L.f.) dan kemukus semu (*Piper lanatum* Roxb.) berdasarkan uji histokimia?
4. Bagaimana hasil identifikasi dan lokalisasi senyawa metabolit sekunder pada batang kemukus (*Piper cubeba* L.f.) dan kemukus semu (*Piper lanatum* Roxb.) berdasarkan uji histokimia?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menjelaskan perbedaan struktur anatomi daun kemukus (*Piper cubeba* L.f.) dan kemukus semu (*Piper lanatum* Roxb.)
2. Menjelaskan perbedaan struktur anatomi batang kemukus (*Piper cubeba* L.f.) dan kemukus semu (*Piper lanatum* Roxb.)
3. Mengidentifikasi senyawa metabolit sekunder pada jaringan daun kemukus (*Piper cubeba* L.f.) dan kemukus semu (*Piper lanatum* Roxb.) berdasarkan uji histokimia.

4. Mengidentifikasi senyawa metabolit sekunder pada jaringan batang kemukus (*Piper cubeba* L.f.) dan kemukus semu (*Piper lanatum* Roxb.) berdasarkan uji histokimia.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis
 - a. Memperluas khasanah ilmu pengetahuan di bidang anatomi tumbuhan tentang kemukus.
 - b. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai data pendukung bukti taksonomi untuk identifikasi dan karakterisasi struktur anatomi kemukus
 - c. Menambah informasi mengenai lokalisasi metabolit sekunder tumbuhan
2. Manfaat Praktis
 - a. Bagi Peneliti
Hasil penelitian terutama data anatomi kemukus (*Piper cubeba* L.f) dan kemukus semu (*Piper lanatum* Roxb.) bermanfaat membantu peneliti untuk mengidentifikasi kedua jenis spesies. Hasil uji histokimia bermanfaat sebagai referensi penelitian fitokimia yang lebih mendalam.
 - b. Bagi Program Studi Biologi
Memperkaya materi pembelajaran ilmu Botani.

c. Bagi Masyarakat

Hasil penelitian dapat memberikan informasi mengenai perbedaan kemukus (*Piper cubeba* L.f) dan kemukus semu (*Piper lanatum* Roxb.) sehingga tidak terjadi kekeliruan dalam identifikasi, penanaman, dan penjualan hasil panen. Selain itu dengan mengetahui potensi daun dan batang (*Piper cubeba* L.f) dan kemukus semu (*Piper lanatum* Roxb.) masyarakat dapat menggunakan dua organ tersebut sebagai alternatif pemanfaatan selain menggunakan buah.

BAB II LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Pustaka

1. Kemukus (*Piper cubeba* L.f.)

Kemukus banyak dibudidayakan di Indonesia (terutama di Jawa dan Sumatera) dan juga di daerah tropis lainnya, untuk dimanfaatkan sebagai tanaman obat, bumbu dan sumber minyak atsiri (Chevallier, 1996). Kemukus (atau juga disebut lada berekor/ *tailed pepper* karena memang ada ekornya, seperti istilah lintang kemukus/bintang berekor) masih satu famili dengan lada yaitu famili lada-ladaan atau *Piperaceae*. Morfologi pohonnya juga mirip dengan lada (Kristio, 2007). Klasifikasi kemukus adalah sebagai berikut :

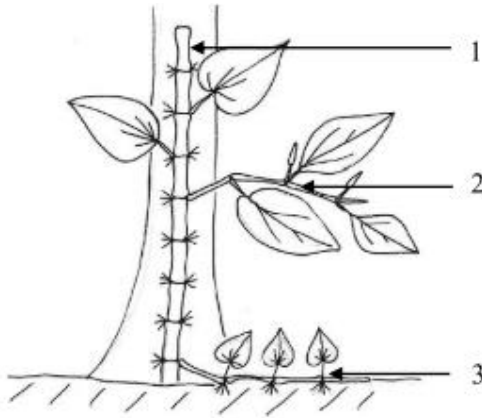
Kingdom : *Plantae*
Division : *Tracheophyta*
Class : *Magnoliopsida*
Order : *Piperales*
Family : *Piperaceae*
Genus : *Piper* L.
Species : *Piper cubeba* L. f.

(ITIS 2011, diakses 3 September 2022)

Morfologi kemukus secara rinci terdapat pada Gambar 2.2. Secara morfologi kemukus memiliki perawakan perdu memanjat yang terdiri atas batang memanjat, cabang batang lateral, dan cabang batang menjalar (Gambar 2.1). Akar panjang kemukus berwarna cokelat kemerahan yang panjang dan rapat. Pucuk batang berwarna magenta keabuan sampai cokelat kemerahan. Indumen batang berbulu balig atau gundul. Batang dan daun mengeluarkan aroma. Daun berbentuk membundar telur atau pangkal menjantung berwarna hijau tua saat dewasa dengan ujung daun meruncing. Permukaan atas dan bawah daun terdapat trikoma berkelenjar. Terdapat daun penumpu di cabang lateral berwarna cokelat keunguan sampai cokelat keabuan yang gugur saat dewasa. Bulir-bulir bunga kemukus tersusun dalam perbungaan dengan tipe perbungaan diesis.

Kemukus memiliki dua tipe perbuahan yaitu tipe perbuahan rapat dan perbuahaan renggang. Kemukus memiliki buah membulat dengan pangkal mementol atau menggasing dan memiliki tangkai dengan panjang 0,23-0,5 cm. Buah berwarna hijau atau cokelat kekuningan saat masih muda. Buah dewasa berwarna cokelat, jingga kecokelatan, atau hijau zaitun. Buah

memiliki perikarp tebal, gundul, dan keriput saat kering, berasa pedas-pahit dan aromanya kuat (Kusumarini & Ariyanti, 2015). Buah kemukus dapat diambil minyak atsirinya dengan nama dagang "cubeb oil" melalui proses penyulingan uap atau sistem kukus.



Gambar 2.1 Perawakan dan tipe cabang kemukus dan kemukus semu: (1) batang memanjat, (2) cabang lateral, (3) cabang menjalar. (Sumber: Kusumarini, 2016).

Saat ini, minyak kemukus merupakan salah satu minyak atsiri yang sudah diproduksi secara komersial di Indonesia dan sudah menjadi komoditas ekspor meskipun jumlahnya masih sangat sedikit (Kristio, 2007). Minyak kemukus banyak digunakan sebagai penguat rasa pada makanan dan penggunaannya dalam

bidang farmasi sudah diketahui sejak zaman dahulu sebagai salah satu komponen ramuan tradisional atau jamu karena bersifat antiseptik, diuretik, karminatif, dan ekspektoran. Khasiat kemukus terutama untuk penyakit kelamin (gonorrhoea), leukorea, bronchitis, radang kantung kemih, disentri dan penyakit perut lainnya (Nahak & Sahu, 2011).



Gambar 2.2 *Piper cubeba* L.f.: perawakan (A), perbungaan betina dewasa (B), perbungaan betina muda (C), perbuahan dewasa (D), awetan alkohol perbungaan betina (E), buah kering (F), irisan membujur buah (G) (Sumber: Kusumarini & Ariyanti, 2015).

2. Kemukus semu (*Piper lanatum* Roxb.)

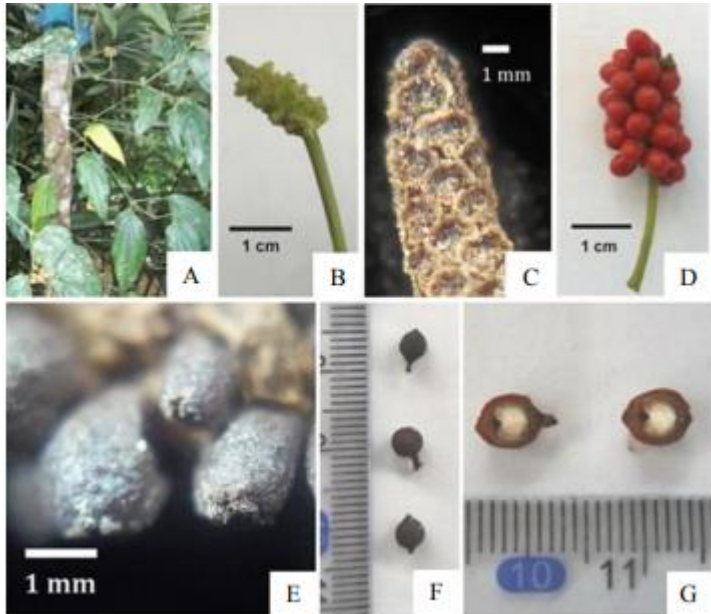
Piper lanatum Roxb. atau kemukus semu dikenal sebagai cabai hutan atau lada hantu di Malaysia, dapat ditemukan di seluruh daerah tropis terutama di Asia Tenggara. Masyarakat Malaysia menggunakan daunnya untuk menginang dan airnya digunakan untuk mengobati suara serak dan juga antiseptik (Burkill, 1966). Klasifikasi *Piper lanatum* Roxb. adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
Division : *Tracheophyta*
Class : *Magnoliopsida*
Order : *Piperales*
Family : *Piperaceae*
Genus : *Piper* L.
Species : *Piper lanatum* Roxb.

(GBIF 2021, diakses 5 September 2022)

Morfologi kemukus semu secara rinci dapat dilihat pada Gambar 2.3. Perawakan tanaman berupa perdu memanjat yang terdiri atas batang memanjat, cabang batang lateral, dan cabang batang menjalar. Akar panjang kemukus semu berwarna coklat muda. Pucuk batang

berwarna hijau muda. Indumen batang berbulu balig. Batang dan daun tidak mengeluarkan aroma atau beraroma lemah. Daun berbentuk membulat telur, berwarna hijau tua saat dewasa dengan permukaan bawah daun berwarna hijau pucat, tekstur daun seperti kertas, ujung daun meruncing. Permukaan atas dan bawah daun terdapat trikoma berkelenjar. Terdapat daun penumpu di cabang lateral hijau pucat yang gugur saat dewasa. Bulir-bulir bunga kemukus tersusun dalam perbungaan dengan tipe perbungaan diesis. Kemukus semu memiliki tipe perbuahan rapat. Bentuk buah membulat telur, saat muda berwarna hijau, saat dewasa berwarna jingga kecoklatan, buah masak berwarna merah, pangkal buah memento, tangkai buah sangat pendek berukuran 0,11-0,18 mm, perikarp buah tipis berukuran 0,2-0,4 mm, aroma tidak ada atau lemah, rasa buah masam (Kusumarini & Ariyanti, 2015).

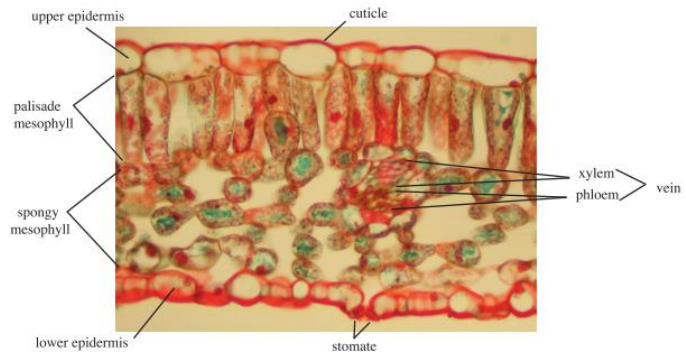


Gambar 2.3 *Piper lanatum* Roxb.: perawakan (A), perbungaan betina muda (B), spesimen kering perbungaan betina (C), perbuahan masak (D), spesimen awetan alkohol perbuahan (E), buah kering (F), irisan membujur buah (G) (Sumber: Kusumarini & Ariyanti, 2015).

3. Daun

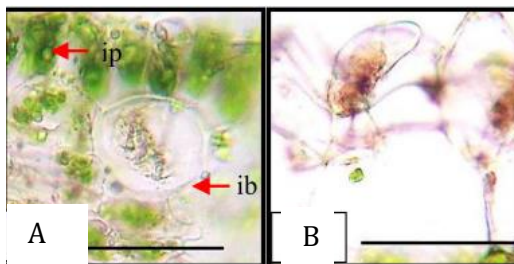
Daun berasal dari primordia daun pada ujung batang. Anatomi daun secara umum dapat dilihat pada Gambar 2.4. Daun memiliki epidermis pada bagian permukaan atas daun (adaksial) dan permukaan bawah daun (abaksial). Pada sel epidermis daun kerap terjadi

penebalan kutikula. Sel epidermis berkloroplas yang berfungsi untuk mengatur sirkulasi gas disebut stomata. Stomata sering berkaitan dengan sel tetangga. Jumlah stomata, ukuran stomata, dan posisi sel tetangga antar taksa berbeda-beda. Hal tersebut sangat penting dalam karakterisasi anatomi. Antara epidermis atas dan bawah terdapat sel-sel nonvascular yang disebut mesofil. Berdasarkan morfologinya mesofil dibagi menjadi dua. Pertama sel mesofil palisade yang berada dibawah adaksial yang memiliki ruang antar sel relatif sempit. Kedua, sel mesofil spons yang terletak di dekat abaksial dengan ruang antar sel relatif luas. Jaringan pembuluh daun memiliki ciri yang khas. Kebanyakan xilem mengarah ke adaksial dan floem mengarah ke abaksial. Berkas pembuluh sering dikelilingi sel yang disebut dengan selubung berkas pembuluh (Crag et al., 2018).



Gambar 2. 4 Irisan melintang pada daun (Sumber: Crang, et al., 2018)

Selain jaringan-jaringan yang disebutkan sebelumnya, struktur sekretori juga dapat dijumpai pada daun. Contoh struktur sekretori yang bisa dijumpai pada daun yaitu sel idioblas dan trikoma (Deraya, 2016). Gambar 2.5 adalah contoh penampakan struktur sekretori daun *Piper*.



Gambar 2.5 Contoh sekretori pada daun *Piper*. A: idioblas, B: trikoma glandular (Deraya, 2016).

Anatomi daun tumbuhan satu dengan tumbuhan lain berbeda. Perbedaan tersebut dapat dilihat dari sel penyusunnya, bentuk sel, maupun ukurannya. Dalam Al-Qur'an surat Al-Hijr (15) Ayat 19 Allah SWT berfirman:

شَيْءٍ كُلِّ مِنْ فِيهَا وَأَنْبَتْنَا رَوَاسِي فِيهَا وَالْفَيْنَا مَدَدْنَاهَا وَالْأَرْضَ
 مَوْزُونٍ ﴿١٩﴾ زَقِينٍ بِرَأْ لِهَ لَسْتُمْ وَمَنْ مَعَايِشَ فِيهَا لَكُمْوَجَعَلْنَا ﴿٢٠﴾

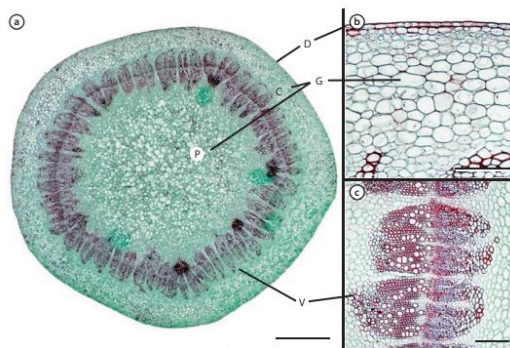
Artinya: “Dan Kami telah menghamparkan bumi dan menjadikan padanya gunung-gunung dan Kami tumbuhkan padanya segala sesuatu menurut ukuran. Kami telah menjadikan untukmu di bumi keperluan-keperluan hidup, dan (Kami menciptakan pula) makhluk-makhluk yang kamu sekali-kali bukan pemberi rezeki kepadanya”

Berdasarkan ayat tersebut tumbuhan bersifat “sesuai ukuran”. Makna kata *mauzun* yaitu Allah SWT menciptakan setiap tumbuhan dengan sesuai, rapi, dan rinci untuk tumbuh di bumi. Dari tumbuhan tersebut juga dihasilkan sumber kehidupan untuk manusia (Lestari & Vera, 2021). Berbagai senyawa dalam tumbuhan seperti fenol, flavonoid dan terpenoid berkhasiat untuk kesehatan, dimana senyawa metabolit

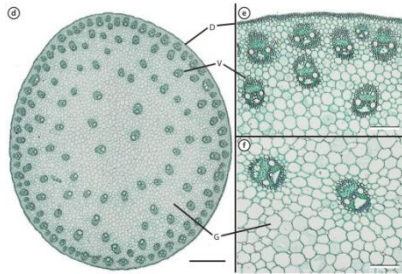
sekunder tersebut diproduksi dari struktur sekretori (Sabila et al., 2022).

4. Batang

Batang tersusun atas tiga jaringan, yaitu jaringan dermal, jaringan dasar, dan jaringan vaskuler. Epidermis merupakan bagian terluar dari batang. Jaringan vaskuler terdiri atas floem dan xilem. Jaringan dasar terdiri atas korteks, empulur, dan jaringan ikat. Terdapat perbedaan susunan jaringan antara batang monokotil dan batang dikotil (Gambar 2.6 dan Gambar 2.7). Berkas pembuluh batang dikotil tersusun melingkar dan dipisahkan oleh kambium. Sedangkan berkas pembuluh batang dikotil tersebar (Simpson, 2019).



Gambar 2. 6 Irisan melintang batang dikotil (Kubis liar, *Brassica oleracea*). D: jaringan dermal; G: meristem dasar; C: korteks; P: empulur; V: berkas pembuluh. Ukuran skala 500 μm (a) dan 100 μm (b dan C) (Sumber: Simpson, 2019).



Gambar 2.7 d-f Irisan melintang batang monokotil (jagung, *Zea mays*). D: jaringan dermal; G: meristem dasar; V: berkas pembuluh. Ukuran skala 500 μm (d) dan 100 μm (e dan f) (Sumber: Simpson, 2019).

5. Struktur sekretori

Jaringan atau struktur sekretori merupakan tempat dimana sekret seperti hasil metabolit sekunder dihasilkan. Berdasarkan letaknya struktur sekretori dibedakan menjadi struktur sekretori internal dan eksternal. Struktur sekretori internal pada daun biasanya terletak di jaringan mesofil atau jaringan epidermis. Pada batang dan akar struktur tersebut ditemukan pada parenkim kortikal atau sekeliling jaringan pembuluh. Sedangkan struktur sekretori eksternal dapat berupa trikoma (Esau, 1977). (Nugroho, 2017). Beberapa jenis jaringan sekretori telah ditemukan mengandung metabolit sekunder yaitu

idioblas, latisifer, kelenjar garam, nektari, trikoma kelenjar, dan kelenjar mucilage (Fahn 1979). Dilihat dari bentuknya, jaringan sekretori dapat dibedakan menjadi saluran sekretori, kelenjar sekretori, ruang sekretori, sel sekretori, dan rambut kelenjar (Fahn, 1990).

Sebagian besar sel sekretori adalah sel khusus yang berasal dari jaringan lain, terutama jaringan epidermis dan jaringan parenkim (Buvat, 1989). Struktur sekretori yang paling sederhana adalah sel sekretori yang mengandung sekret yang berbeda dengan sel disekitarnya. Sel sekretori dapat ditemukan pada rimpang jahe (*Zingiber* sp.) Ruang sekretori dapat terbentuk dari sel parenkim atau sel yang memisahkan diri dari jaringan aslinya. Ruang sekretori terdiri atas sel-sel sekretori, atau jaringan epitel yang memproduksi minyak atsiri. Banyak ditemukan pada daun jeruk (famili *Rutaceae*) dan *Eucalyptus* spp. (family *Myrtaceae*). Kelenjar sekretori mengandung minyak yang berasal dari zat yang sama atau beberapa zat berbeda. Dapat ditemukan pada semua famili *Apiaceae*, *Asteraceae*, *Clusiaceae*, *Magnoliaceae*, dan *Pinaceae* (Svoboda, 2000).

6. Histokimia

Kata histokimia berasal dari bahasa Yunani “histo” yang artinya jaringan dan kimia. Histokimia merupakan teknik pewarnaan yang banyak digunakan pada ilmu botani. Aplikasi histokimia pada ilmu botani antara lain yaitu untuk melokalisasi protein, mempelajari aktivitas enzim dan promotor, sebagai penanda stress, dan mengetahui komponen pada sel dan jaringan tumbuhan. Teknik histokimia memungkinkan analisis lokalisasi dan akumulasi metabolit sekunder pada jaringan tumbuhan (Yadav et al., 2021).

Hasil skrining fitokimia menunjukkan buah kemukus mengandung senyawa metabolit sekunder alkaloid, senyawa fenolik, tanin, dan flavonoid (Nirmala & Nandhini, 2019). Berdasarkan studi fitokimia *Piper lanatum* mengandung stilben, flavonoid, asam fenolik, alkaloid dan ester bornil hidroksisinamik pada (Salleh et al., 2015).

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian dilatar belakangi oleh penelitian-penelitian terdahulu yang akan ditampilkan pada Tabel 1.1 sebagai berikut:

Tabel 1.1 Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian	Hasil	<i>Research gap</i>
Keanekaragaman Kemukus di Jawa (Kusumarini, 2016)	Jenis kemukus yang ada di Jawa yaitu kemukus (<i>Piper cubeba</i> L.f.) dan kemukus semu (<i>Piper lanatum</i> Roxb.). Kedua spesies tersebut berbeda secara morfologi dan anatomi daun.	Karakterisasi anatomi daun bisa lebih diperdalam. Terdapat potensi riset perbandingan struktur anatomi organ lain.
Identification of the Substance Bioactive Leaf Extract <i>Piper caninum</i> Potential as Botanical Pesticides (Suriani, 2016)	Ekstrak daun <i>Piper caninum</i> mengandung 4 metabolit sekunder yaitu alkaloid, polifenol, steroid dan flavonoid. hasil analisis menggunakan GC MS terdapat 10 senyawa aktif.	Beberapa metabolit sekunder belum diteliti seperti flavonoid dan tanin. Organ yang diteliti hanya daun saja.

Tabel 1.1 Lanjutan

Penelitian	Hasil	<i>Research gap</i>
Perbandingan struktur anatomi batang, daun, dan buah <i>Piper hispidum</i> Sw., <i>Piper cubeba</i> L.f., <i>Piper baccatum</i> Blume dan <i>Piper aduncum</i> L. (Istifarlin, 2016)	Setiap spesies yang diteliti mempunyai struktur batang, daun, dan buah yang unik. Struktur anatomi organ antar spesies kurang lebih sama.	Berdasarkan riset Kusumarini (2016) <i>Piper cubeba</i> L.f. sukar dibedakan dengan <i>Piper lanatum</i> Roxb. Penelitian ini sudah menjelaskan anatomi <i>Piper cubeba</i> L.f. secara rinci namun perlu ada penelitian yang membandingkannya dengan <i>Piper lanatum</i> Roxb, secara langsung.

Tabel 1.1 Lanjutan

Penelitian	Hasil	<i>Research gap</i>
Nutritional, Phytochemical, Phenolic Compound Analysis of <i>Piper Cubeba</i> Extract as a Food Fortified (Ahmed & Hameed 2017)	Hasil uji fitokimia menunjukkan buah <i>Piper cubeba</i> L.f. mengandung alkaloid, tanin, dan flavonoid. Buah <i>Piper cubeba</i> memiliki aktivitas antibakteri dan antioksidan.	Fitokimia yang diteliti hanya pada buah. Perlu penelitian lebih lanjut tentang kandungan kimia pada organ lain dari <i>Piper cubeba</i> L.f. yang ketersediaanya tidak bergantung pada musim panen.
Comparative leaf and stem anatomy of ten <i>Piper</i> species from Indonesia (Nugroho et al., 2019)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat variasi struktur pada karakter epidermis, mesofil, sel sekretori dan saluran sekretori daun, serta variasi rasio berkas pembuluh meduler dan perifer pada batang.	Belum diketahui kandungan struktur sekretori pada <i>Piper</i>

Tabel 1.1 Lanjutan

Penelitian	Hasil	<i>Research gap</i>
Morphoanatomical profile of five species of <i>Piper</i> L. from Bangladesh and its taxonomic significance (Shethi et al., 2019)	Penelitian ini mengkarakterisasi morfoanatomi dari lima spesies <i>Piper</i> L., yaitu <i>Piper betle</i> L., <i>Piper longum</i> L., <i>Piper nigrum</i> L., <i>Piper retrofractum</i> Vahl dan <i>Piper sylvaticum</i> Roxb. Berdasarkan hasil riset diketahui bahwa daun dan batang pada genus <i>Piper</i> yang diteliti terdapat struktur sekretori.	Belum diketahui kandungan struktur sekretori pada <i>Piper</i>
Histochemical observations in <i>Piper malgassicum</i> (<i>Piperaceae</i>) with a special focus on the epidermis (Corti et al., 2021)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa <i>Piper malgassicum</i> menghasilkan metabolit sekunder berupa terpenoid dan alkaloid sebagai bentuk pertahanan.	Hanya membahas satu spesies dan belum ada perbandingan dengan <i>Piper</i> lain.

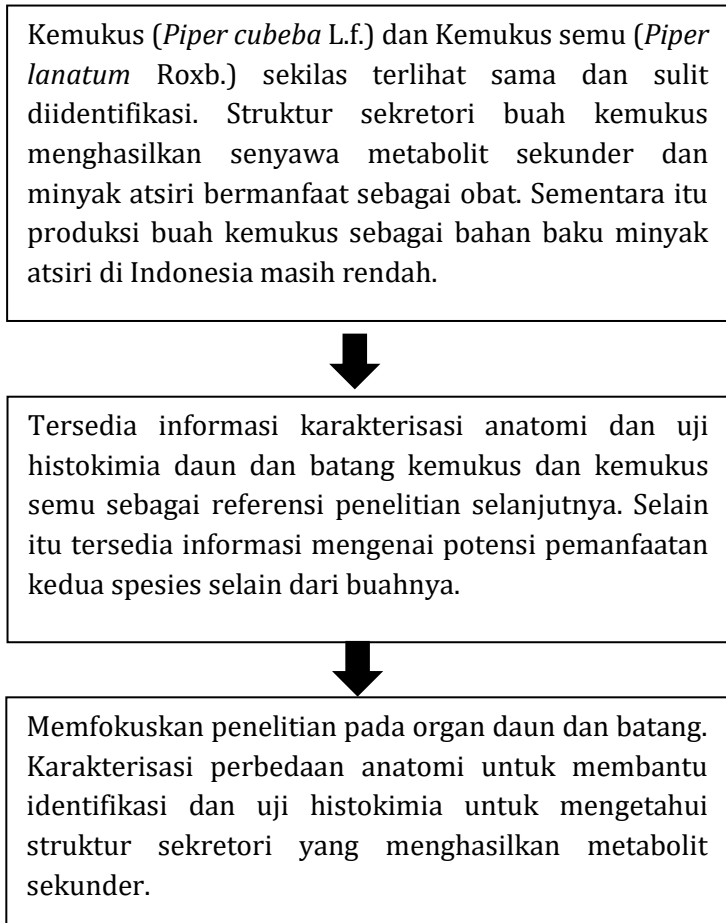
Berdasarkan Tabel 1.1 hasil-hasil penelitian diatas anatomi dan metabolit sekunder pada *Piper cubeba* dan *Piper lanatum* sudah diketahui, namun struktur sekretori yang menghasilkan metabolit tersebut belum diteliti. Hal ini memicu peneliti untuk melakukan pengujian histokimia dan anatomi yang membandingkan secara langsung kedua jenis *Piper* tersebut. Peneliti membedakan variabel penelitian berupa jenis spesies, sampel organ tumbuhan, dan metode pengujian metabolit sekunder.

C. Kerangka Berpikir

Secara sekilas kemukus (*Piper cubeba* L.f.) dan kemukus semu (*Piper lanatum* Roxb.) adalah tanaman obat penghasil minyak atsiri sangat mirip sehingga sulit dibedakan. Minyak atsiri merupakan metabolit sekunder yang dihasilkan dari struktur sekretori. Bahan baku minyak atsiri kemukus adalah buah kemukus (*Piper cubeba* L.f.). Produksi buah kemukus di Indonesia masih rendah.

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, penelitian mengenai karakter anatomi dan metabolit sekunder yang dihasilkan oleh struktur sekretori antar kedua spesies perlu dilakukan. Dengan berfokus pada penelitian daun dan batang, potensi pemanfaatannya dapat digali lebih dalam. Metode uji metabolit sekunder secara sederhana

menggunakan uji histokimia. Skema kerangka berpikir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Skema kerangka berpikir.

BAB III

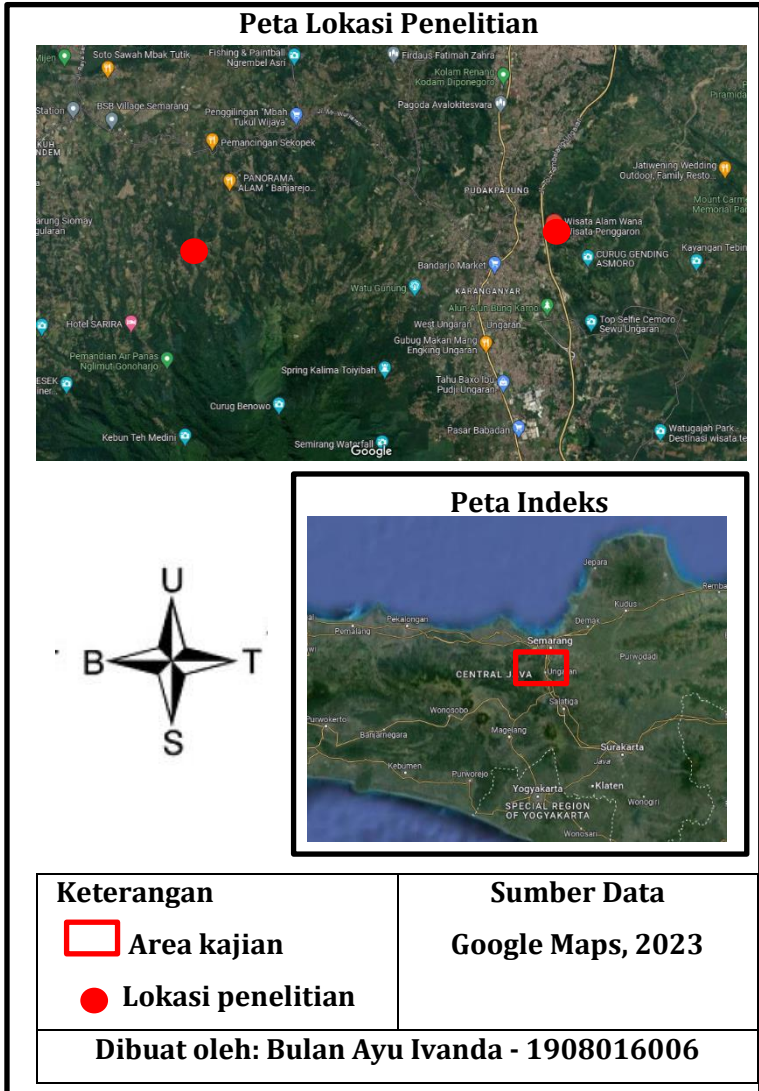
METODE PENELITIAN

A. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian kualitatif deskriptif. Data hasil penelitian merupakan interpretasi data dari lapangan. (Sugiyono, 2013). Data kualitatif dan data kuantitatif dideskripsikan dengan membandingkan karakter anatomi antara kemukus (*Piper cubeba* L.f.) dan kemukus semu (*Piper lanatum* Roxb.).

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2022 sampai Maret tahun 2023 di Laboratorium Struktur dan Mikroteknik UIN Walisongo Semarang. Sampel kemukus diambil di Kecamatan Boja, Kabupaten Kendal. Berdasarkan BPS Kabupaten Kendal (2003), jenis tanah di lokasi ini adalah tanah latosol. Sampel kemukus semu diperoleh dari Wisata Alam Wana Wisata Penggaron, Ungaran Timur, Kabupaten Semarang. Berdasarkan BPS Kabupaten Semarang dan BAPPEDA (2014), tanah di kecamatan ungaran merupakan gabungan dua tanah yang berasosiasi sehingga sulit ditentukan jenisnya.



Gambar 3.1 Peta lokasi pengambilan sampel (Sumber: Google maps, 2022)

C. Sumber Data

Penelitian ini menggunakan sumber data primer. Sumber data primer berasal dari dokumentasi hasil pengamatan mikroskopi dan hasil uji histokimia.

D. Metode dan Instrumen Pengumpulan Data

1. Pengukuran Parameter Lingkungan

Setiap sampel spesies berasal lokasi yang berbeda. Pada masing-masing lokasi sampling ada beberapa parameter lingkungan yang diukur. Parameter lingkungan dalam penelitian ini yaitu intensitas cahaya, suhu dan pH tanah, suhu dan kelembaban udara, dan ketinggian tempat. Pengukuran dilakukan pada pukul 11.00 WIB. Hasil pengukuran parameter lingkungan terdapat dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Parameter lingkungan pada lokasi sampling

No	Parameter	Lokasi kemukus	Lokasi Kemukus semu
1.	Ketinggian	420 mdpl	359 mdpl
2.	Temperatur udara	32,5°C	33,6°C
4.	pH tanah	7,5	7,5
5.	Intensitas cahaya	235 Lux	518 Lux

2. Teknik Sampling dan Koleksi Tumbuhan

Penelitian ini menggunakan teknik sampling purposive, yaitu pengambilan sampel dengan mempertimbangkan beberapa hal (Sugiyono, 2013). Organ dewasa berupa cabang batang lateral dan daun ketiga dari pucuk diambil sebagai sampel. Organ muda tidak dipilih karena masih dalam tahap perkembangan. Seiring bertambahnya usia, kandungan komponen kimia dalam tanaman terus meningkat (Tinungki et al., 2018).

Tahap pertama penelitian ini adalah pengambilan sampel. Sampel *Piper cubeba* diambil dari hasil budidaya petani kemukus di Kecamatan Boja. Sampel *Piper lanatum* merupakan tumbuhan liar. Jumlah daun dan cabang batang lateral yang diambil masing-masing tiga dari tiga tanaman yang berbeda. Sampel yang sudah diambil dimasukkan ke dalam kantong plastik *ziplock*, dilabeli nama tanaman, lokasi, serta tanggal koleksi dan dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengamatan.

3. Uji Laboratorium

Alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut: mikroskop binokuler Meiji Techno (MT-30), kamera mikroskop OptiLab Advance V2, perangkat lunak Optilab Viewer, perangkat lunak Image Raster, silet, cawan petri, jarum pentul, gabus, kaca preparat, kaca penutup, gelas ukur, pipet ukur, pipet tetes, gelas beaker, pinset, oven, *hot embedding system*, mikrotom putar, *water bath*, cawan petri, botol flakon, labu ukur, label, plastik klip, freezer, dan staining jar.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: daun ketiga dari ujung batang lateral kemukus, batang lateral kemukus dan kemukus semu, albumin gliserin, asam asetat glasial, formalin, etanol absolut, paraffin, xilol, canada balsam, alkohol 70%, gliserin 20%, kutek kuku, minyak imersi, aquades, sudan III 1%, NaOH 10%, dan toluidine blue.

a. Preparat Anatomi Paradermal Daun

Preparat paradermal daun dibuat berdasarkan metode Cutler (1978) dalam Tihurua (2011). Daun direbus larutan asam nitrit sampai terpisah bagian epidermis atas dan bawah. Selanjutnya daun diberi pewarna safranin dan dibilas. Sampel daun kemudian diletakkan di gelas

objek dan ditetesi gliserin, ditutup menggunakan gelas penutup dan diberi kutek pada bagian tepi.

b. Preparat Anatomi Permanen

Struktur anatomi diamati dari preparat permanen. Tahap pertama pembuatan preparat permanen yaitu sampel segar difiksasi dalam larutan FAA (formalin, alkohol, dan asam asetat glasial) selama 48 jam. Proses berikutnya dehidrasi menggunakan serangkaian larutan alkohol (70%, 80%, 90% dan 100%) dan dealkoholisasi dengan seri bertingkat larutan xilol : larutan alkohol hingga 100% xilol selama tiga jam. Sampel kemudian direndam dalam larutan parafin dan xilol dengan perbandingan sembilan banding satu selama 24 jam dengan suhu 60°C. Sampel selanjutnya ditanam dalam paraffin dan diiris dengan ketebalan 6 - 15 μm menggunakan mikrotom putar. Irisan diwarnai menggunakan metode *double staining* yaitu safranin dan *fast green* lalu ditutup Canada balsam (Raman, et al, 2012; Nugroho, et al, 2019).

c. Preparat Uji Histokimia

Identifikasi dan lokalisasi metabolit sekunder menggunakan uji histokimia. Uji histokimia menggunakan sampel segar tanpa proses fiksasi dan *embedding*. Sampel diiris secara melintang setipis mungkin. Hasil irisan diuji adanya kandungan senyawa flavonoid, fenol, dan lipofilik. Flavonoid dideteksi menggunakan NaOH 10%. Hasil positif ditunjukkan dengan warna merah, kuning, atau kuning kehijauan. Senyawa fenolik dideteksi dengan toluidine blue. Warna biru menunjukkan hasil positif. Uji senyawa lipofilik menggunakan Sudan III 1%, hasil positif sel minyak ditandai dengan warna merah.

4. Observasi dan Dokumentasi

Dokumentasi hasil pengamatan mikroskopik menggunakan aplikasi kamera mikroskop OptiLab. Pengukuran struktur sekretori menggunakan aplikasi Image Raster. Instrumen pengumpulan data berupa lembar observasi pengamatan mikroskopis.

E. Analisis Data

Analisis data hasil penelitian ini menggunakan analisis deskriptif. Data kualitatif berupa gambar preparat anatomi dideskripsikan karakteristik jaringan penyusun antara kedua spesies. Hasil uji senyawa metabolit sekunder dijelaskan lokasi dan kerapatannya. Data kuantitatif berupa panjang dan lebar epidermis paradermal daun, panjang dan lebar stomata saat terbuka, kerapatan stomata, kerapatan trikoma daun, tebal daun, tebal kutikula, tebal epidermis, tebal jaringan palisade, tebal bunga karang, diameter idioblas, dan Panjang trikoma.

Pengukuran data kuantitatif dilakukan sebanyak sembilan kali ulangan. Ketebalan daun diukur kurang lebih 350 μm dari ibu tulang daun. Rumus menghitung kerapatan stomata dan trikoma berdasarkan Wilmer (1983) dalam Dewi (2020) adalah sebagai berikut:

$$\text{Kerapatan stomata} = \frac{\text{Rata - rata jumlah stomata}}{\text{Luas bidang pandang (mm}^2\text{)}}$$

$$\text{Kerapatan trikoma} = \frac{\text{Rata - rata jumlah trikoma}}{\text{Luas bidang pandang (mm}^2\text{)}}$$

BAB IV

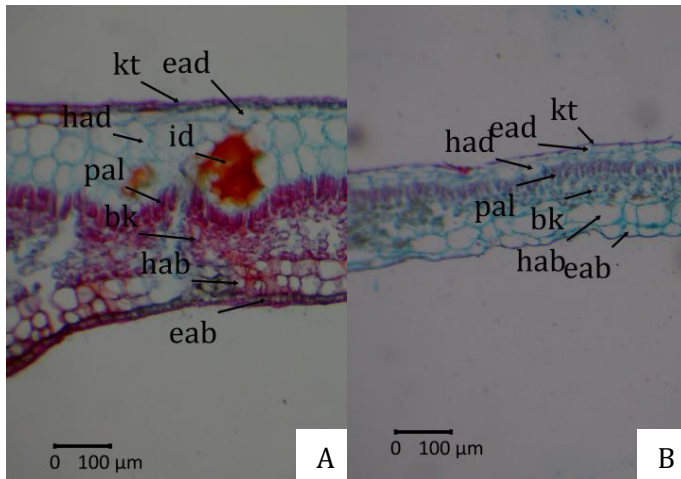
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Struktur Anatomi Daun Kemukus (*Piper cubeba* L.f.) dan Kemukus Semu (*Piper lanatum* Roxb.)

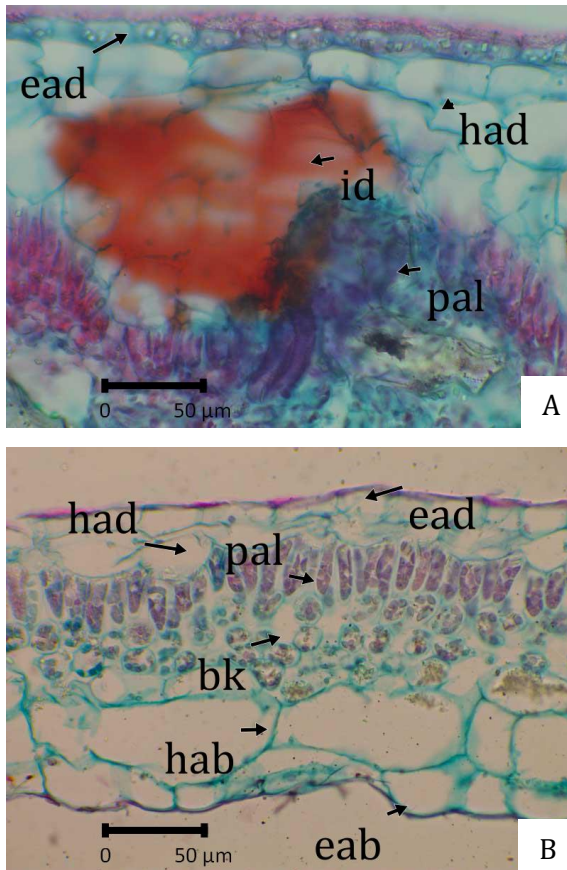
Tiga jaringan utama yang menyusun daun dua spesies *Piper* ini yaitu jaringan epidermis, jaringan mesofil, dan jaringan pengangkut. Susunan jaringan daun dari sisi atas sampai bawah daun yaitu kutikula, epidermis atas, hipodermis atas, palisade, bunga karang, hipodermis bawah, epidermis bawah, dan kutikula (Gambar 4.1). Daun *P. cubeba* lebih tebal daripada daun *P. lanatum*. Sebagian besar jaringan *P. cubeba* pun lebih tebal daripada *P. lanatum* kecuali jaringan epidermis (Tabel 4.1).

Pada sayatan transversal daun terlihat uniserat epidermis yang dilapisi kutikula. Terdapat dua lapis jaringan hipodermis dengan sel berbentuk kubus dan bulat (Gambar 4.4). Hipodermis adaksial *P. cubeba* terdapat sel idioblas besar berdiameter 82,5 μm yang tidak ditemui di *P. lanatum*. Baik hipodermis adaksial maupun hipodermis abaksial (Gambar 4.3). Hipodermis berlapis sudah diteliti pada spesies *Piper*. Variasi dapat ditemukan pada jumlah lapisan hipodermis. Hal ini sejalan dengan penelitian Kusumarini (2016) dan Tihuraa et al. (2011). Beberapa jenis *Piper* yang mempunyai dua lapis hipodermis di antara

-nya *P. acutilimum* (Tuhurua et al, 2011), *P. porphyrophyllum* (Deraya, 2016), dan *P. solmsianum* (Bertoco at al, 2017).



Gambar 4.1 Sayatan transversal daun. A: *P. cubeba*, B: *P. lanatum*.
 kt: kutikula, ead: epidermis adaksial, eab: epidermis abaksial,
 had: hipodermis adaksial, hab: hipodermis abaksial, pal: palisade,
 bk: bunga karang, id: idioblas. Perbesaran 100x. Pewarnaan
 safranin-fastgreen. (Sumber: Dokumentasi Penelitian)

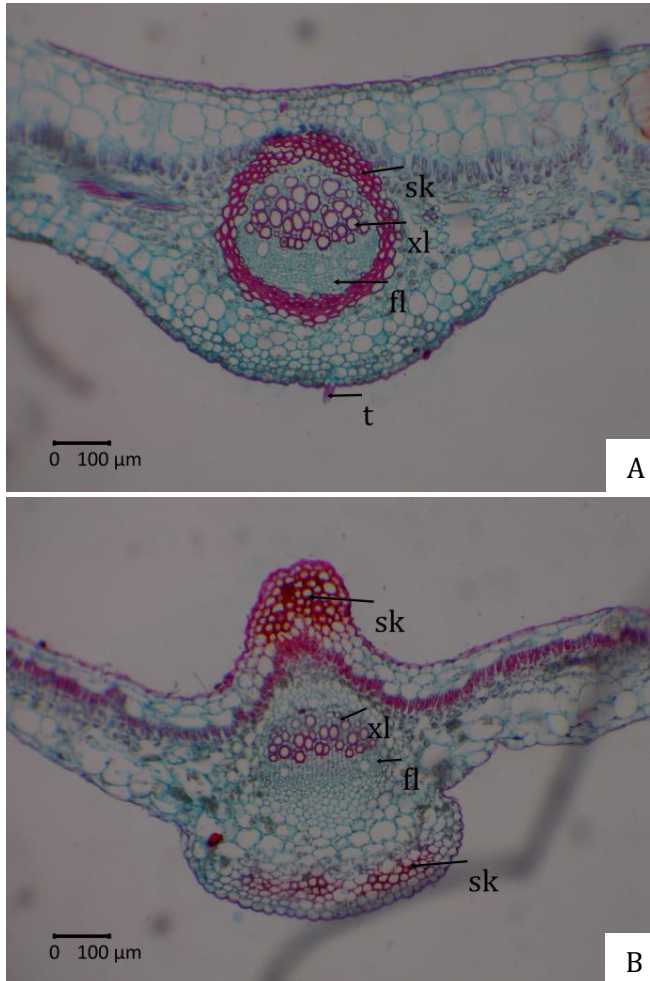


Gambar 4.2 Sayatan transversal daun. A: *P. cubeba*, B: *P. lanatum*. ead: epidermis adaksial, eab: epidermis abaksial, had: hipodermis adaksial, hab: hipodermis abaksial, pal: palisade, bk: bunga karang, id: idioblas. Perbesaran 400x. Pewarnaan safranin-fastgreen. (Sumber: Dokumentasi Penelitian)

Tabel 4.1 Karakter sayatan transversal daun *P. cubeba* dan *P. lanatum*

Karakter	<i>P. cubeba</i>	<i>P. lanatum</i>
Tebal daun (μm)	378,4 \pm 35,41	188,07 \pm 22,85
Tebal kutikula (μm)	16,37 \pm 2,18	3,22 \pm 0,8
Tebal epidermis adaksial (μm)	27,16 \pm 5,23	11,43 \pm 2,46
Tebal jaringan palisade (μm)	43,42 \pm 11,29	25,98 \pm 3,9
Tebal jaringan jaringan bunga karang (μm)	85,73 \pm 8,12	41,77 \pm 9,71
Tebal epidermis abaksial (μm)	19,48 \pm 3,65	16,25 \pm 3,31
Diameter sel idioblas (μm)	30,81 \pm 1,84	2,78 \pm 0,88

Jaringan mesofil *P. cubeba* dan *P. lanatum* berdiferensiasi menjadi jaringan palisade dan jaringan bunga karang. Keduanya memiliki selapis jaringan palisade. Jaringan palisade *P. cubeba* lebih tebal daripada palisade *P. lanatum* (Tabel 4.1). Jaringan bunga karang *P. cubeba* terdiri atas empat sampai enam lapis, sedangkan bunga karang *P. lanatum* dua sampai tiga lapis.



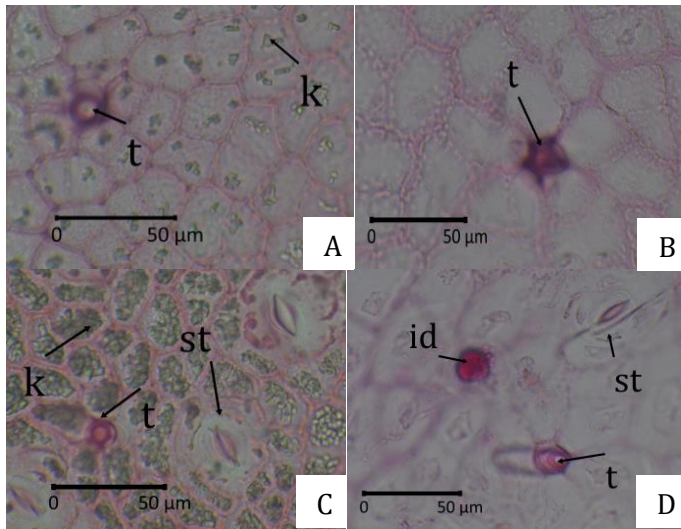
Gambar 4.3 Sayatan transversal ibu tulang daun *P. cubeba* (A) dan *P. lanatum* (B). (sk: sklerenkim, xl: xilem, fl: floem). Perbesaran 100x. Pewarnaan safranin-fastgreen. (Sumber: Dokumentasi Penelitian)

Bentuk ibu tulang daun dan susunan berkas pengangkut merupakan penanda berharga untuk mengidentifikasi spesies *Piper*. Ibu tulang daun *P. cubeba* berbentuk *flat-convex* dengan sisi abaksial lebih cembung (Gambar 4.3 A). Karakter serupa terlihat pada *P. crocatum* dan *P. porphyrophyllum* (Deraya, 2016). *P. lanatum* memiliki bentuk ibu tulang daun *biconvex* (Gambar 4.3 B). Bentuk ini kerap ditemui pada spesies *Piper* (Bertocco et al., 2017; Dos Santos et al., 2018; Shethi et al., 2019; Silva et al., 2017).

P. cubeba dan *P. lanatum* memiliki berkas pengangkut kolateral tunggal berbentuk oval. Berkas pengangkut *P. cubeba* dikelilingi sel sklerenkim yang tidak dijumpai pada *P. lanatum*. Jaringan sklerenkim *P. lanatum* terletak di sebelah epidermis adaksial dan abaksial (Gambar 4.3). Perbedaan lain pada sayatan transversal daun yaitu keberadaan kristal pada *P. cubeba* di jaringan epidermis, hipodermis, dan mesofil, tidak dijumpai pada *P. lanatum*. Kristal tersebut termasuk jenis kristal prismatic. Kristal tersebut juga terlihat pada preparat paradermal daun (Gambar 4.2 dan Gambar 4.4). Terdapat kristal pada permukaan abaksial dan adaksial daun *P. cubeba*.

Pada umumnya spesies *Piper* tidak mengandung kristal. Sebagian anggota yang diketahui mengandung kristal yaitu *Piper andina* var. *pseudoperuviana* (Horner et al., 2009),

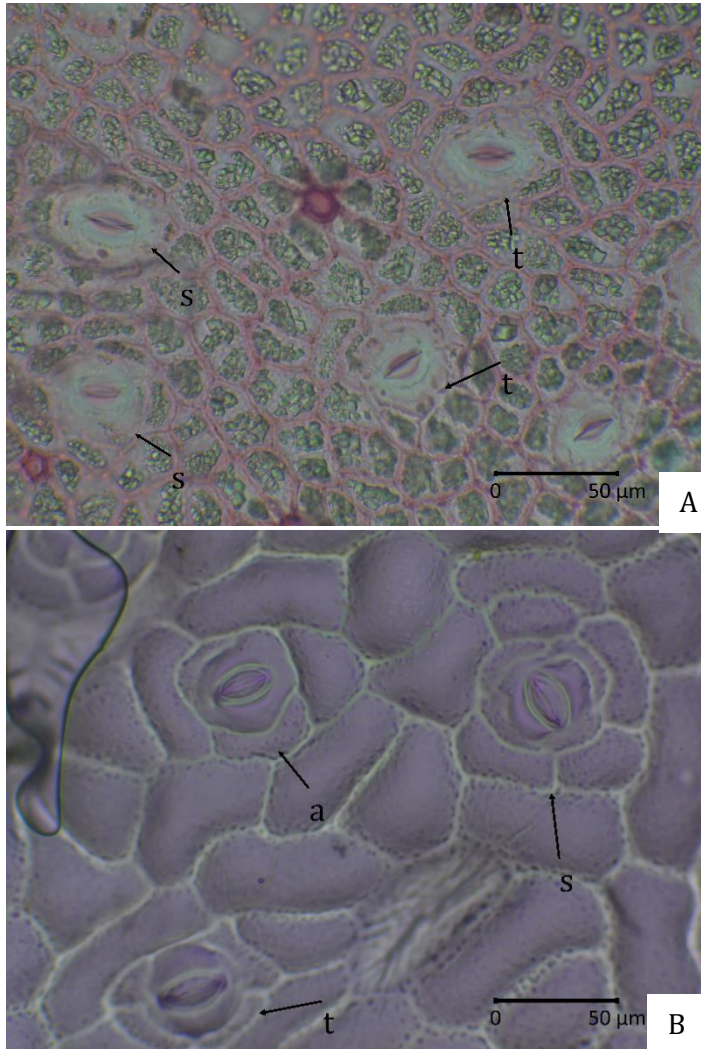
Piper solmsianum (Bertocco et al., 2017) dan *Piper caldense* (Dos Santos et al., 2018). Penelitian 63 daun spesies *Piper* oleh Horner et al., (2012) menunjukkan kristal berbentuk pasir, styloid, rafida dan drusen . Jenis kristal ini biasanya terbatas pada jaringan parenkim palisade dan spons dari mesofil.



Gambar 4.4 Sayatan paradermal daun *P. cubeba* (A dan C) dan *P. lanatum* (B dan D). Penampang paradermal bagian adaksial (A dan B), Penampang paradermal bagian abaksial (C dan D), (id: idioblas, k: kristal oksalat, st: stomata, t: trikoma). Perbesaran 400x. Pewarnaan safranin-fastgreen. (Sumber: Dokumentasi Penelitian)

Berdasarkan preparat paradermal daun (Gambar 4.4), epidermis dua spesies *Piper* yang diteliti mempunyai dinding sel antiklinal lurus dan berlekuk dengan jumlah segi empat sampai enam. Epidermis bersisi banyak atau bentuk poligonal juga ditemukan pada spesies *P. acutilimum*, *P. arcuatum*, *P. blumei*, *P. caninum*, *P. chaba*, *P. flavomarginatum* (Tihurua et al., 2011), *P. sarmentosum* (Raman et al., 2012), *P. lepturum* (Machado et al., 2015), *P. crocatum* dan *P. porphyrophyllum* (Deraya, 2016). Ukuran panjang dan lebar sel epidermis *P. lanatum* pada kedua sisi daun lebih besar dari *P. cubeba* (Tabel 4.2). Trikoma berkelenjar terdapat pada kedua spesies, baik sisi adaksial maupun abaksial. Idioblas *P. lanatum* terdapat pada sisi abaksial daun (Gambar 4.4).

Berdasarkan letak stomatanya kedua spesies *Piper* termasuk hipostomatik yaitu stomata hanya ditemukan di sisi abaksial daun (Gambar 4.4). Daun hipostomatik juga ditemukan pada *P. crocatum* dan *P. porphyrophyllum* (Deraya, 2016) dan *P. solmsianum* (Bertocco et al., 2017). Namun pada *Piper* juga ditemukan stomata pada kedua sisi daun (amfistomatik) yaitu *Piper hispidinervium* dan *Heckeria peltata* (Nascimento & Vilhena-Portiguara, 1999; Tihurua et al., 2011).



Gambar 4.5 Tipe stomata. A: daun *P. cubeba*, B: daun *P. lanatum*.
 a: anisositik, s: sikloitik, t: tetrasitik. Perbesaran 400x.
 Pewarnaan safranin. (Sumber: Dokumentasi Penelitian).

Tabel 4.2 Ukuran sel epidermis, ukuran stomata, kerapatan stomata, dan indeks stomata pada *P. cubeba* dan *P. lanatum*

Karakter	<i>P. cubeba</i>	<i>P. lanatum</i>
Panjang epidermis adaksial (μm)	24,33 \pm 5,58	40,47 \pm 5,37
Lebar epidermis adaksial (μm)	16,98 \pm 3,45	31,77 \pm 5,34
Panjang epidermis abaksial (μm)	23,14 \pm 4,20	38,55 \pm 6,37
Lebar epidermis abaksial (μm)	13,86 \pm 3,02	24,03 \pm 4,48
Panjang stomata abaksial (μm)	20,58 \pm 2,11	25,48 \pm 2,50
Lebar stomata abaksial (μm)	10,57 \pm 11,18	16,08 \pm 1,18
Kerapatan stomata abaksial (mm^{-2})	77,47 \pm 12,36	40,81 \pm 22,82
Kerapatan trikoma adaksial (mm^{-2})	28,34 \pm 14,73	18,89 \pm 5,67
Kerapatan trikoma abaksial (mm^{-2})	73,69 \pm 24,05	26,45 \pm 12,36

Berdasarkan susunan dan bentuk sel tetangga, *P. cubeba* memiliki dua tipe stomata sedangkan *P. lanatum* memiliki tiga tipe stomata. Jenis tetrasitik dan siklositik ditemukan pada keduanya. Sel tetangga berjumlah empat mengelilingi sel tetangga. Stomata siklositik dikelilingi oleh lima sampai enam sel tetangga. *P. lanatum* juga memiliki stomata anisositik (Gambar 4.5). Tipe stomata tetrasitik ditemukan pada *P. betle*, sedangkan tipe siklositik ditemukan pada *P. crocatum* (Sarjani et al., 2017). Adapun stomata anisositik ditemukan pada *P. boehmeriaefolium* dan *P. lonchites* (Kakoli & Pratik, 2015). Mengingat variasi stomata yang telah ditemukan di *Piperaceae*, karakteristik ini membantu dalam penentuan spesies.

Ukuran stomata *P. lanatum* lebih panjang dan lebih lebar dibandingkan *P. cubeba*, tetapi kerapatannya lebih sedikit (Tabel 4.2). Selaras dengan Deraya (2016) yang membuktikan bahwa ukuran stomata berbanding terbalik dengan kerapatan stomata. Semakin tinggi kerapatan stomata maka semakin kecil ukuran stomata. Perbedaan anatomi daun *P. cubeba* dan *P. lanatum* disajikan pada Tabel 4.3.

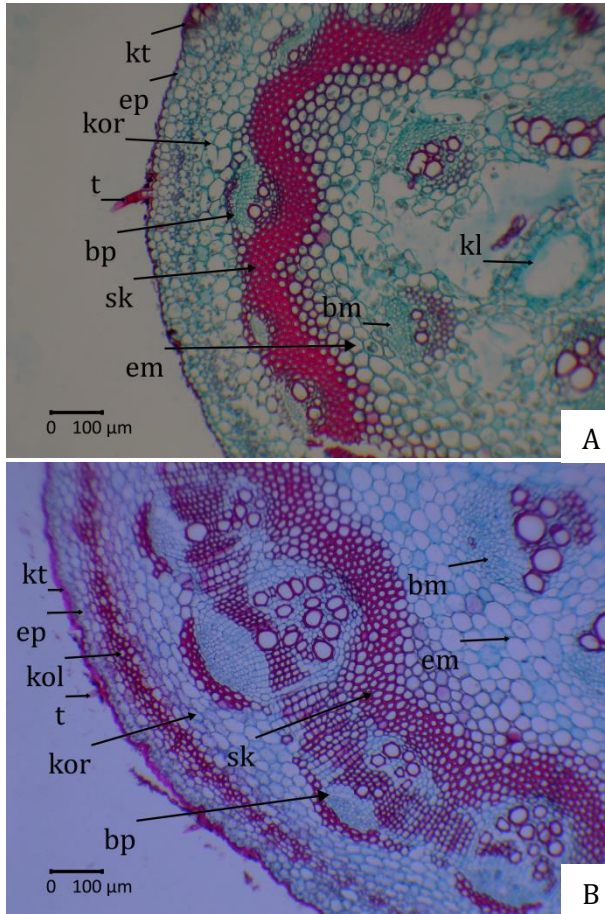
Tabel 4.3 Perbedaan anatomi daun *P. cubeba* dan *P. lanatum*

Karakter	<i>P. cubeba</i>	<i>P. lanatum</i>
Jaringan bunga karang	4-6 lapis	2-3 lapis
sklerenkim	Berada di sekeliling berkas pembuluh	Berada di sebelah hipodermis dan di antara berkas pembuluh
Bentuk ibu tulang daun	<i>flat-convex</i>	<i>biconvex</i>
Idioblas berukuran besar	Ada pada hipodermis atas	Tidak ada
Kristal	Ada pada sel epidermis, hipodermis, dan mesofil	Tidak ada
Jenis stomata	Siklotitik dan tetrasitik	Anisositik, siklotitik, dan tetrasitik.

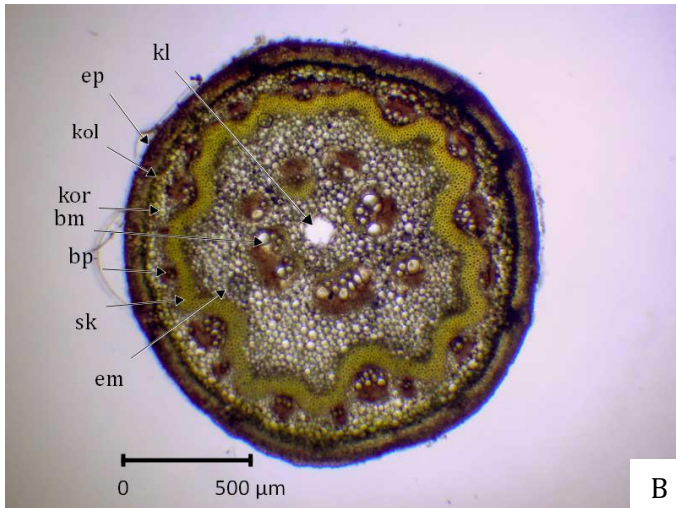
B. Struktur Anatomi Batang Kemukus (*Piper cubeba* L.f.) dan Kemukus Semu (*Piper lanatum* Roxb.)

Struktur anatomi batang kemukus dan kemukus semu tersusun atas jaringan epidermis, korteks, dan stele. Selapis sel epidermis pada kedua spesies *Piper* dilapisi oleh kutikula. Lapisan selanjutnya merupakan korteks yang tersusun oleh sel parenkim, kolenkim, dan sklerenkim (Gambar 4.6). Jaringan korteks *P. cubeba* dijumpai kolenkim membentuk lingkaran terputus, sedangkan *P. lanatum* membentuk lingkaran tertutup (Gambar 4.7).

Berkas pembuluh kedua spesies termasuk tipe kolateral tertutup yang tersusun melingkar. Berdasarkan lokasinya dijumpai dua jenis berkas pembuluh. Berkas pembuluh meduler berlokasi di empulur, sedangkan berkas pembuluh perifer berada di antara sklerenkim dan korteks (Gambar 4.7). Struktur tersebut disebut *atactostele*. Tipe berkas pembuluh serta distribusi demikian merupakan karakteristik famili *Piperaceae* (Simpson, 2006). Hasil yang sama juga diteliti pada *P. baccatum*, *P. betle*, *P. porphyrophyllum*, *P. firmum*, *P. acutilimum*, *P. lowong*, *P. flavomarginatum*, *P. crocatum*, *P. majusculum*, dan *P. caninum* (Nugroho et al., 2019).



Gambar 4.6 Sayatan transversal batang *P. cubeba* (A) dan *P. lanatum* (B) (t: trikoma, kt; kutikula, ep: epidermis, kol: kolenkim, kor: korteks, sk: sklerenkim, bp: berkas pembuluh perifer, bm: berkas pembuluh meduler, em: empulur, kl: kanal lendir). Perbesaran 100x. Pewarnaan safranin-fastgreen. (Sumber: Dokumentasi Penelitian)



Gambar 4.7 Sayatan transversal batang *P. cubeba* (A) dan *P. lanatum* (B). (t: trikoma, kt: kutikula, ep: epidermis, kol: kolenkim, kor: korteks, sk: sklerenkim, bp: berkas pembuluh perifer, bm: berkas pembuluh meduler, em: empulur, kl: kanal lendir). Perbesaran 4X. Preparat segar. (Sumber: Dokumentasi Penelitian)

Bagian tengah batang terdapat sejenis saluran atau kanal lendir pada kedua spesies. Selain itu, *P. cubeba* memiliki tiga kanal lendir tambahan di antara berkas pembuluh meduler dan berkas pembuluh perifer (Gambar 4.7 A). Kanal lendir sentral dan kortikal juga dijumpai pada batang *P. betle* (Shethi et al., 2019). Penelitian terhadap sebaran dan jumlah saluran sekretori menunjukkan adanya perbedaan antara spesies *Piper* (Nugroho et al., 2019). Perbedaan anatomi batang *P. cubeba* dan *P. lanatum* disajikan dalam Tabel 4.4

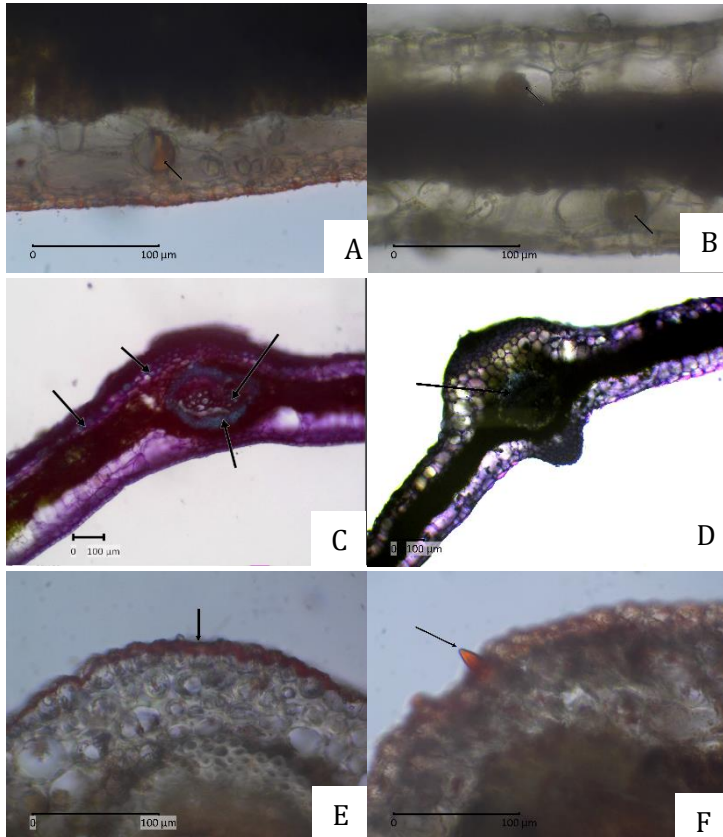
Tabel 4.4 Karakter sayatan transversal batang *P. cubeba* dan *P. lanatum*

Karakter	<i>P. cubeba</i>	<i>P. lanatum</i>
Trikoma glandular	Ada, uniseluler	Tidak ada
Trikoma non-glandular	Ada, uniseluler	Ada, multiseluler
Kolenkim	Ada, tersusun melingkar terputus	Ada, tersusun melingkar tertutup
Berkas pembuluh	Kolateral tertutup	Kolateral tertutup
Kanal lendir	satu sentral, tiga kortikal	satu sentral

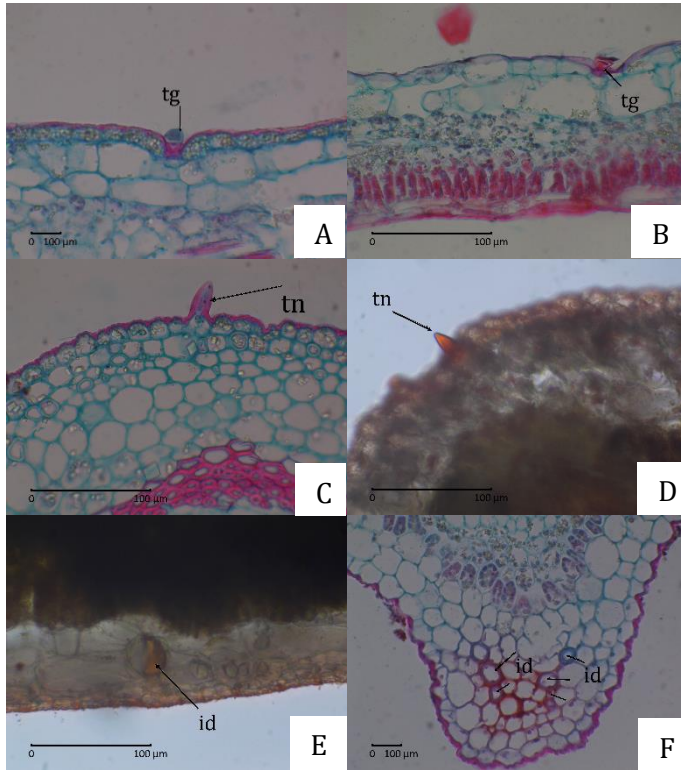
C. Uji Histokimia Daun Kemukus (*Piper cubeba* L.f.) dan Kemukus Semu (*Piper lanatum* Roxb.)

Semua uji histokimia daun kemukus dan kemukus semu menunjukkan hasil positif. Adapun senyawa yang diuji yaitu flavonoid, fenol, dan lipofilik. Kandungan flavonoid ditandai dengan warna kuning. Berdasarkan hasil uji histokimia ditunjukkan sel idioblas daun kedua spesies positif mengandung flavonoid. Senyawa fenol daun terdistribusi pada berkas pembuluh dan sklerenkim. Selain flavonoid dan fenol, daun kedua spesies juga mengandung lipofilik. Warna merah pada kutikula dan trikoma menandakan hasil uji positif (Gambar 4.8).

Berdasarkan hasil uji histokimia daun kedua spesies *Piper* berpotensi sebagai bahan obat. Warga Desa Namo Sialang Sumatera memanfaatkan daun, batang, dan buah *P. lanatum* sebagai obat dan insektisida (Siregar et al., 2021). *P. cubeba* dimanfaatkan masyarakat sekitar Gunung Ungaran sebagai obat kram perut (Utami et al., 2019). Flavonoid pada daun *P. lanatum* juga dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Bacillus subtilis* (Salleh et al., 2015). Kandungan flavonoid dan fenol pada *P. cubeba* memiliki aktivitas antimikroba terhadap patogen *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Kocuria rosea* dan *Proteus vulgaris*.



Gambar 4.8 Hasil uji histokimia daun. A: flavonoid *P. cubeba*, B: flavonoid *P. lanatum*, C: fenol *P. cubeba*, D: fenol *P. lanatum*, E: lipofilik *P. cubeba*, F: lipofilik *P. lanatum*. (400x, preparat segar). Tanda panah menunjukkan reaksi positif. (Sumber: Dokumentasi Penelitian).



Gambar 4.9 Struktur sekretori daun. A: trikoma glandular daun *P. cubeba* (100x, safranin-fastgreen), B: trikoma glandular daun *P. lanatum* (400x, safranin fastgreen), C: trikoma non-glandular daun *P. cubeba* (400x, safranin-fastgreen), D: trikoma non-glandular daun *P. lanatum*. E: sel idioblas daun *P. cubeba* (400x), F: sel idioblas daun *P. lanatum* (400x, safranin-fastgreen). Id: idioblas, tg: trikoma glandular, tn: trinoma non glandular. (Sumber: Dokumentasi Penelitian)

Trikoma dan sel idioblas merupakan struktur sekretori yang dapat diidentifikasi pada daun *P. cubeba* dan *P. lanatum*. Struktur sekretori lain pada tumbuhan yaitu trikoma, sel mirosin, kelenjar garam, latisifer, dan hidatoda. Jaringan sekretori pertama kali muncul sebagai idioblas yang tersebar di dalam jaringan dan ini kemudian berkembang menjadi saluran dan rongga, akhirnya berkembang menjadi struktur sekretori seperti trikoma glandular. (Fahn, 1979).

Epidermis adaksial dan abaksial daun pada kedua spesies terdapat trikoma glandular dan trikoma non-glandular. Trikoma pada daun termasuk uniseluler dan paling banyak ditemukan pada permukaan epidermis adaksial (Gambar 4.9). Sejalan dengan Kusumarini (2016) yang juga menyatakan kedua lapisan daun *P. cubeba* memiliki trikoma. Berdasarkan Tabel 4.2 diketahui bahwa kerapatan trikoma adaksial dan abaksial *P. cubeba* lebih rapat daripada *P. lanatum*. Ukuran trikoma daun *P. cubeba* lebih Panjang daripada trikoma daun *P. lanatum* (Tabel 4.5). Trikoma glandular pada kedua *Piper* merupakan trikoma kapitat. Simpson (2019) mendeskripsikan trikoma kapitat sebagai trikoma bertangkai basal pendek atau tidak bertangkai basal sama sekali pada beberapa spesies. Ujung trikoma berbentuk seperti kepala.

Tabel 4.5 Ukuran struktur sekretori *P. cubeba* dan *P. lanatum*

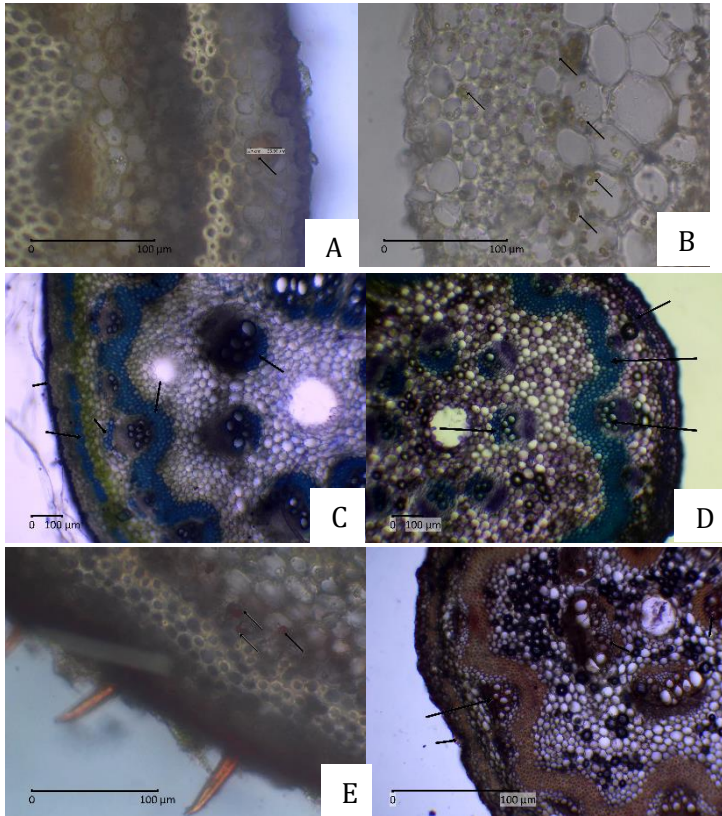
Struktur sekretori (µm)	Organ	<i>P. cubeba</i>	<i>P. lanatum</i>
Panjang trikoma non glandular (µm)	Daun	31,23 ± 1,33	24,12 ± 2,56
	Batang	46,82 ± 8.08	54,77 ± 13,02
Panjang trikoma glandular (µm)	Daun	21,45 ± 1,66	12,89 ± 2,37
	Batang	21,53 ± 0,78	-
Diameter idioblas (µm)	Daun	30,81 ± 1,58	2,78 ± 0,77
	Batang	24,26 ± 0,79	3,22 ± 0,79

Struktur sekretori kedua yang berhasil diidentifikasi yaitu idioblas. Diameter sel idioblas *P. cubeba* lebih lebar daripada *P. lanatum*. Idioblas daun *P. cubeba* berada di hipodermis dan *P. lanatum* di sklerenkim. Idioblas yang terdapat pada hipodermis daun juga ditemukan pada *P. porphyrophyllum* (Deraya, 2016).

D. Uji Histokimia Batang Kemukus (*Piper cubeba* L.f.) dan Kemukus Semu (*Piper lanatum* Roxb.)

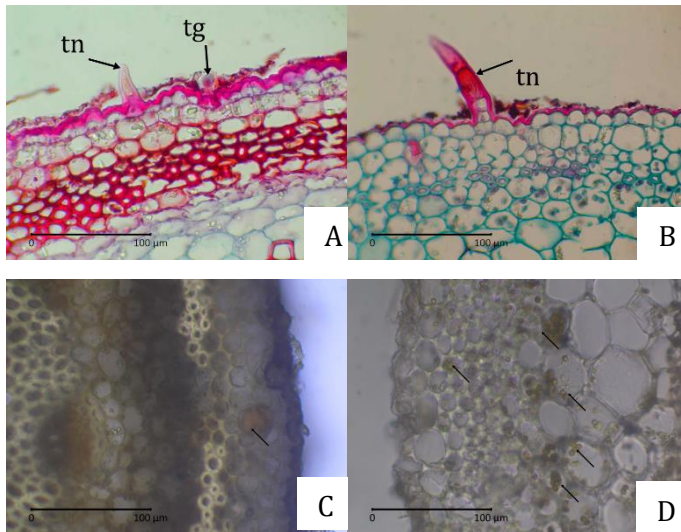
Hasil uji histokimia pada Gambar 4.9 menunjukkan cabang batang lateral *P. cubeba* dan *P. lanatum* positif mengandung flavonoid, fenol, dan lipofilik. Flavonoid disekresikan dari sel idioblas. Senyawa fenol batang terdistribusi pada jaringan sklerenkim dan kolenkim. Selain flavonoid dan fenol, batang kedua spesies juga

mengandung lipofilik. Lipofilik batang terdistribusi di sel idioblas, jaringan penyokong, dan trikoma.



Gambar 4.10 Hasil uji histokimia batang. A: flavonoid *P. cubeba*, B: flavonoid *P. lanatum*, C: fenol *P. cubeba*, D: fenol *P. lanatum*, E: lipofilik *P. cubeba*, F: lipofilik *P. lanatum*. (400x, preparat segar). Tanda panah menunjukkan reaksi positif. (Sumber: Dokumentasi Penelitian).

Trikoma non glandular ditemukan pada kedua batang *Piper*, sedangkan trikoma glandular hanya terdapat pada batang *P. cubeba*. Trikoma non glandular tersebut berjenis tektor uniseluler pada *P. cubeba* sedangkan trikoma tektor *P. lanatum* tersusun atas tiga sampai empat sel. Sama seperti daun, batang kedua spesies juga memiliki idioblas. Idioblas batang kedua spesies terdapat di jaringan korteks (Gambar 4.11). idioblas pada kortkes juga ditemukan pada *P. caldense* (Dos Santos et al., 2018).



Gambar 4.11 Struktur sekretori batang *P. cubeba* dan *P. lanatum*. A: trikoma glandular dan non glandular batang *P. cubeba* (400x, safranin-fastgreen), B: trikoma non glandular batang *P. lanatum* (400x, safranin-fastgreen), C: idioblas batang *P. cubeba* (400x, preparat segar), D: sel idioblas batang *P. lanatum* (400x, preparat segar). tn: trikoma non-glandular, tg: trikoma glandular. Anak panah: idioblas (Sumber: Dokumentasi Penelitian).

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Kesimpulan penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Struktur anatomi daun *P. cubeba* dan *P. lanatum* tersusun atas jaringan epidermis adaksial dan abaksial, hipodermis adaksial dan abaksial, palisade, bunga karang, berkas pembuluh, dan struktur sekretori. Struktur sekretori yang ditemukan pada daun berupa sel idioblas dan trikoma glandular. Perbedaan anatomi daun kedua spesies terdapat pada jumlah lapisan bunga karang, lokasi sklerenkim, bentuk ibu tulang daun, jenis stomata, serta keberadaan sel idioblas besar dan kristal oksalat.
2. Batang *P. cubeba* dan *P. lanatum* secara anatomi tersusun atas jaringan epidermis, jaringan penyokong, berkas pembuluh, empulur, dan struktur sekretori. Struktur sekretori pada batang berupa sel idioblas dan trikoma glandular. Perbedaan anatomi batang kedua spesies dapat dilihat dari susunan kolenkim dan keberadaan trikoma glandular, jumlah sel trikoma non-glandular, dan jumlah kanal lendir.

3. Uji histokimia pada daun *P. cubeba* dan *P. lanatum* membuktikan daun mengandung senyawa flavonoid, fenol, dan lipofilik. Flavonoid disekresikan dari sel idioblas. Senyawa fenol terdistribusi pada jaringan pengangkut. Lipofilik berada pada kutikula dan trikoma.
4. Uji histokimia pada batang *P. cubeba* dan *P. lanatum* membuktikan daun mengandung senyawa flavonoid, fenol, dan lipofilik. Flavonoid disekresikan dari sel idioblas. Senyawa fenol terdistribusi pada jaringan penyokong. Lipofilik berada pada sel idioblas dan jaringan penyokong.

B. Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya dari peneliti yaitu:

1. Penelitian lanjutan tentang isolasi minyak atsiri dari daun dan batang kemukus serta analisis senyawa penyusunnya.
2. Penelitian selanjutnya yaitu pengujian antioksidan maupun antibakteri dari minyak atsiri yang diekstrak dari daun dan batang kemukus.
3. Peneliti selanjutnya dapat meneliti akar dan tangkai daun untuk melengkapi data anatomi yang sudah ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, R., & Hameed, S. 2017. Nutritional, Phytochemical, Phenolic Compound Analysis of *Piper Cubeba* Extract as a Food Fortified. *Journal of Garmian University*. 4: 433–440.
- Andriana, Y., Xuan, T. D., Quy, T. N., Tran, H. D., & Le, Q. T. 2019. Biological Activities and Chemical Constituents of Essential Oils from *Piper cubeba* Bojer and *Piper nigrum* L. *Molecules*, 24(10): 1–16.
- BAPPEDA dan BPS Kabupaten Semarang. 2014. *Data Strategis Kabupaten Semarang 2014*. Kerjasama BAPPEDA Kabupaten Semarang dengan Badan Pusat Statistik Kabupaten Semarang.
http://perpustakaan.bappenas.go.id/lontar/file?file=digital/142167-%5B_Konten_%5D-Konten%20C9992.pdf.
Diakses tanggal 27 juni 2023.
- Bertocco, A. R. P., Migacz, I. P., Santos, V. L. P., Franco, C. R. C., Silva, R. Z., Yunes, R. A., Cechinel-Filho, V., & Budel, J. M. 2017. Microscopic diagnosis of the leaf and stem of *Piper solmsianum* C.DC. *Microscopy Research and Technique*, 80(8): 831–837.
- BPS Kabupaten Kendal. 2003 *Kabupaten Kendal dalam Angka Tahun 2003*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Kendal.
<https://kendalkab.bps.go.id/>. Diakses tanggal 27 Juni 2023.
- Burkill, H. I. 1966) *A dictionary of economic products of the Malay Peninsula*. Bangkok: Ministry of Agriculture and Co-operative.
- Chevallier, A. 1996. *The Encyclopedia of Medicinal Plants*. London: Dorling Kindersley.

- Corti, E., Palchetti, E., Biricolto, S., Gori, M., Tani, C., Squillace, A., Pittella, A., Papini, A., & Falsini, S. 2021. Histochemical observations in *Piper malgassicum* (*Piperaceae*) with a special focus on the epidermis. *Italian Botanist*. 12: 29–47.
- Demarco, D. 2017. Histochemical Analysis of Plant Secretory Structures. In *Methods in Molecular Biology*. 1560(1): 313-330.
- Deraya, I. E. 2016. *Analisis Struktur Anatomi dan Histokimia Tanaman Sirih Merah (Piper crocatum Ruitz & Pav) dan Sirih Rimau (Piper porphyrophyllum N.E.Br)*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Dewi, G. P., Kuntorini, E. M., & Pujawati, E. D. 2021. Struktur Anatomi dan Uji Histokimia Terpenoid dan Fenol Dua Varietas Sirih Hijau (*Piper betle* L.). *Bioscientiae*. 17(2): 1–14.
- Dos Santos, V. L. P., Raman, V., Bobek, V. B., Migacz, I. P., Franco, C. R. C., Khan, I. A., & Budel, J. M. 2018. Anatomy and microscopy of *Piper caldense*, a folk medicinal plant from Brazil. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 28(1): 9–15.
- Eisai, I. 1995. *Medicinal Herb Index in Indonesia*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Fahn, A. 1979. *Secretory Tissues in Plants*. London: Academic Press.
- Fahn, A 1990. *Plant Anatomy*. Oxford: Pergamon Press.
- GBIF. 2021. *Piper lanatum* Roxb. GBIF. diunduh di <https://www.gbif.org/species/4186275> tanggal 27 Oktober 2022.

- Google Maps. 2022. Wisata Alam Wana Wisata Penggaron. Diunduh di <https://www.google.com/maps/place/Wisata+Alam+Wana+Wisata+Penggaron/> tanggal 10 Oktober 2022.
- Haryanti, S. 2010. Jumlah dan Distribusi Stomata pada Daun Beberapa Jenis Tanaman Dikotil dan Monokotil. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. XVIII (2): 21-28.
- Herwindo. 2007. Konservasi Dan Potensi Pengembangan Kemukus. Diunduh di <https://perkebunan.litbang.pertanian.go.id/konservasidan-potensi-pengembangan-kemukus/> tanggal 19 November 2022.
- Horner, H. T., Wanke, S., & Samain, M. S. 2009. Evolution and systematic value of leaf crystal macropatterns in the genus *peperomia* (*Piperaceae*). *International Journal of Plant Sciences*.170(3): 343–354.
- Horner, H. T., Wanke, S., & Samain, M. S. 2012. A comparison of leaf crystal macropatterns in the two sister genera *Piper* and *peperomia* (*Piperaceae*). *American Journal of Botany*. 99(6): 983–997.
- Istifarlin, W. A. 2016. *Perbandingan struktur anatomi batang, daun, dan buah Piper hispidum Sw., Piper cubeba L.f., Piper baccatum Blume dan Piper aduncum L.* Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- ITIS. 2011. *Piper cubeba L. f.* ITIS. Diunduh di https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=506521#null tanggal 28 Oktober 2022
- Kakoli, D., & Pratik, R. 2015. Studies on micromorphology of leaves in some members of genus *Piper* linn. *Int. J. of Life Sciences*. 3(4): 379–386.

- Kristio. 2007. *Tanaman Obat Indonesia* (2007 ed.). Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Kusumarini, N. 2016. *Keanekaragaman kemukus di Jawa niken kusumarini*. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Kusumarini, N., & Ariyanti, N. S. 2015. Keanekaragaman Kemukus Di Jawa. *Floribunda*, 5(3): 92–105.
- Lestari, M., & Vera, S. 2021. Metodologi Tafsir Fi Zhilal al-Qur'an Sayyid Qutb. *Jurnal Iman dan Spiritualitas*. 1(1): 47–54.
- Machado, N. S. de O., Pereira, F. G., Santos, P. R. D. dos, Costa, C. G., & Guimarães, E. F. 2015. Comparative anatomy of the leaves of *Piper lepturum* (Kunth) C.DC. var. *lepturum* and *Piper lepturum* var. *angustifolium* (C.DC.) Yunck. *Hoehnea*. 42(1): 1–8.
- Malak, B. I. 2017. Identifikasi anatomi tumbuhan sirih hutan *Piper aduncum* L.. *Biolearning Journal*. 8: 50–55.
- Nahak, G., & Sahu, R. K. 2011. Phytochemical evaluation and antioxidant activity of *Piper cubeba* and *Piper nigrum*. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 1(8): 153–157.
- Nascimento, M. E., & Vilhena-Portiguara, C. R. 1999. Aspectos anatómicos dos orgaos vegetativos d de *Piper hispidinervium* C.DC. (*Piperaceae*) e suas estruturas secretoras. *Boletim Do Museu Paraense Emílio Goeldi*. 15: (39–104).
- Nirmala, N., & Nandhini, S. 2019. Screening and Evaluation of Secondary Metabolites Present in *Piper Cubeba*. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, October, 81–83.

- Nugroho, L. H., Sutikno, Susandarini, R., Yuliati, I. R., Priyono, Y., Munawaroh, E., & Astuti, I. P. 2019. Comparative leaf and stem anatomy of ten *Piper* species from Indonesia. *Asian Journal of Agriculture and Biology*. 7(3): 434–441.
- Raman, V., Galal, A. M., & Khan, I. A. 2012. An Investigation of the Vegetative Anatomy of *Piper sarmentosum*, and a Comparison with the Anatomy of *Piper betle* (*Piperaceae*). *American Journal of Plant Sciences*. 03(08): 1135–1144.
- Sabila, N., Kusmardiyani, S., & Insanu, M. 2022. Histochemical analysis of the leaves of four ericales medicinal plants. *Acta Pharmaceutica Indonesia*. 47(1): 9–18.
- Salleh, W. M. N. H. W., Ahmad, F., & Yen, K. H. 2015. Chemical constituents from *Piper caninum* and antibacterial activity. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 5(6): 020–025.
- Sarjani, T. M., Mawardi, M., Pandia, E. S., & Wulandari, D. 2017. Identifikasi Morfologi dan Anatomi Tipe Stomata Famili *Piperaceae* di Kota Langsa. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*. 1(2): 182–191.
- Shethi, K. J., Rashid, P., Begum, M., & Rahman, M. O. (2019). Morphoanatomical profile of five species of *Piper* L. from Bangladesh and its taxonomic significance. *Bangladesh Journal of Plant Taxonomy*. 26(1): 57–68.
- Silva, R. J. F., de Aguiar-Dias, A. C. A., Faial, K. do C. F., & de Mendonça, M. S. 2017. Morphoanatomical and physicochemical profile of *Piper callosum*: Valuable assessment for its quality control. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 27(1): 20–33.
- Simpson, M. G. 2019. *Plant Anatomy and Physiology*. In M. G. Simpson (Ed.). *Plant Systematics*. Burlington: Academic Press.

- Siregar, D. R., Aththorick, T. A., & Siregar, E. S. 2021. Potential of Type and Benefit *Piperaceae* for Communities in Tangkahan Forest Area. *Budapest International Research and Critics Institute-Journal (BIRCI-Journal)*. 4(4): 10775–10783.
- Sugiyono, D. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Tindakan*. Jakarta: Alfabeta.
- Suriani, N. L. 2016. Identification of the Substance Bioactive Leaf Extract *Piper caninum* Potential as Botanical Pesticides. *International Journal of Pure and Applied Bioscience*. 4(4): 26–32.
- Suwanphakdee, C., & Chantaranonthai, P. 2008. Short Note A Further Note on the Genus *Piper* L. (*Piperaceae*) from Thailand. *The Natural History Journal of Chulalongkorn University*. 8(October): 205–209.
- Svoboda, K. P., Svoboda, T. G., & Syred A. 2000. *Secretary Structures of Aromatic and Medicinal Plants: A Review and Atlas of Micrographs*. Austin: American Botanical Council.
- Tihurua, E. F., Astuti, I. P., & Witono, J. R. 2011. Anatomi Daun *Piperaceae* dari Kawasan Gunung Slamet, Jawa Tengah. *Buletin Kebun Raya*. 14(2): 53–67.
- Tinungki, M. M., Pontoh, J., & Fatmawati. 2018. Analisis Komponen Kimia Pada Berbagai Tingkat Perkembangan Daun Benalu Langsung (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) Menggunakan Metode Kromatografi Gas. *Pharmakon Jurnal Ilmiah farmasi-Unsrat*. 7(4): 108–114.
- Utami, N. R., Rahayuningsih, M., Abdullah, M., & Haka, F. H. 2019. Etnobotani Tanaman Obat Masyarakat Sekitar di Gunung Ungaran, Jawa Tengah. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversity Indonesia*, 5(2): 205–208.

Yadav, V., Arif, N., Singh, V. P., Guerriero, G., Berni, R., Shinde, S., Raturi, G., Deshmukh, R., Sandalio, L. M., Chauhan, D. K., & Tripathi, D. K. 2021. Histochemical Techniques in Plant Science: More Than Meets the Eye. *Plant and Cell Physiology*. 62(10): 1509–1527.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel data kuantitatif anatomi kemukus (*Piper cubeba* L.f.) dan kemukus semu (*Piper lanatum* Roxb.)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Mean	SD
LEA PC	13,99	17,38	14,10	19,26	15,83	13,39	24,37	15,86	18,60	16,98	3,45
LEA PL	39,74	38,98	33,10	28,52	28,46	34,96	30,60	27,60	24,00	31,77	5,34
PEA PC	25,87	29,12	22,57	20,63	25,59	15,03	19,58	26,74	33,86	24,33	5,58
PEA PL	35,49	40,10	41,08	32,68	47,83	44,43	47,89	36,04	41,10	40,74	5,37
LEB PC	11,39	18,88	13,78	10,84	12,63	11,59	11,60	17,53	16,54	13,86	3,02
LEB PL	23,44	27,30	21,45	20,80	19,62	25,90	29,68	30,27	17,82	24,03	4,48
PEB PC	24,28	25,10	27,15	17,51	29,90	18,22	22,35	24,62	19,17	23,14	4,20
PEB PL	38,02	37,61	33,17	31,12	39,55	45,39	33,78	36,87	51,45	38,55	6,37
PSB PC	19,69	19,29	22,43	17,32	17,92	23,20	21,11	22,16	22,11	20,58	2,11
PSB PL	27,86	27,29	26,02	27,55	27,48	23,13	22,04	21,69	26,26	25,48	2,50
LSB PC	9,60	11,23	12,21	8,40	15,02	10,63	13,15	9,84	10,57	11,18	2,01
LSB PL	17,16	15,37	18,55	16,50	15,50	14,38	16,12	15,97	16,08	16,18	1,18
TD PC	347,6	368,21	355,27	339,47	448,77	386,99	417,93	381,19	360,18	378,40	35,41
TD PL	178,9	174,74	161,74	170,3	213,58	168,94	229,14	200,86	194,45	188,07	22,85
TK PC	19,8	18,98	17,34	15,68	16,91	14,05	13,2	14,85	16,5	16,37	2,18
TK PL	3,3	3,77	2,31	4,05	2,6	3,77	2,89	2,02	4,25	3,22	0,80
TEA PC	35,81	26,57	34,66	21,38	24,26	25,41	24,84	21,66	29,84	27,16	5,23
TEA PL	15,8	8,67	8,09	13,56	11,85	11,26	12,7	11,61	9,35	11,43	2,46
TP PC	37,6	36,75	23,51	47,28	41,55	37,6	51,26	53,87	61,37	43,42	11,29
TP PL	29,3	24	34	27,1	23,68	21,33	25,36	22,32	26,75	25,98	3,90
TBK PC	78,3	96,09	86,74	77,98	85,92	101,07	83,77	83,77	77,97	85,73	8,12
TBK PL	39,9	30,24	41,34	58,28	52,87	48,87	30,66	36,9	36,85	41,77	9,71
TEB PC	14,7	22,43	19,61	13,87	19,97	16,85	24,55	21	22,38	19,48	3,65
TEB PL	19,7	19,86	20,95	14,44	15,4	11,59	16,39	12,51	15,43	16,25	3,31
PTNG D PC	30,00	30,74	32,95	30,00	30,74	32,95	30,00	30,74	32,95	31,23	1,33
PTNG D PL	22,10	27,51	22,76	22,10	27,51	22,76	22,10	27,51	22,76	24,12	2,56
PTNG B PC	43,10	36,1	24,65	57,64	62,12	95,86	46,65	34,44	31,67	46,82	22,81
PTNG B PL	82,40	58,04	52,37	49,08	48,48	52,86	57,64	59,08	33,02	54,77	13,02
PTG D PC	19,42	23,24	21,7	19,42	23,24	21,7	19,42	23,24	21,7	21,45	1,66
PTG D PL	12,80	10,2	15,66	12,80	10,2	15,66	12,80	10,2	15,66	12,89	2,37
PTG B PC	20,50	21,93	22,16	20,50	21,93	22,16	20,50	21,93	22,16	21,53	0,78
DI D PC	30,80	28,98	32,65	30,80	28,98	32,65	30,80	28,98	32,65	30,81	1,59
DI D PL	2,10	2,46	3,78	2,10	2,46	3,78	2,10	2,46	3,78	2,78	0,77
DI B PC	25,90	22,04	24,85	25,90	22,04	24,85	25,90	22,04	24,85	24,26	1,73
DI B PL	2,10	3,82	3,58	2,55	3,56	4,02	2,04	4,06	3,22	3,22	0,79
KS PC	68,02	68,02	68,02	68,02	68,02	85,03	85,03	85,03	102,04	77,47	12,36
KS PL	34,01	34,01	34,01	34,01	51,02	51,02	68,02	17	17	40,81	22,82
KTAD PC	85,03	85,03	85,03	119,04	34,01	51,02	68,02	68,02	68,02	73,69	24,05
KTAD PL	17	17	17	17	17	34,01	34,01	34,01	51,02	26,45	12,36
KTBD PC	17	17	17	17	17	17	17	17	34,01	18,89	5,67
KTBD PL	17	17	17	17	17	34,01	34,01	51,02	51,02	28,34	14,73

Keterangan

PC : *Piper cubeba*

PL *Piper lanatum*

LEA : Lebar Epidermis Atas

LEB : Lebar Epidermis Bawah

PEA : Panjang Epidermis Atas

PEB : Panjang Epidermis Bawah

LSA : Lebar stomata atas

LSB : Lebar stomata bawah

PSA : Panjang stomata atas

PSB : Panjang stomata bawah

TD : Tebal Daun

TK : Tebal Kutikula

TEA : Tebal Epidermis Atas

TEB : Tebal Epidermis Bawah

TP : Tebal Palisade

TBK ; Tebal Bunga Karang

PTNG : Panjang Trikoma non-glandular

PTG : Panjang Trikoma Glangular

DI : Diameter idioblas

D : Daun

B : Batang



Lampiran 2. Pengukuran parameter lingkungan lokasi sampling. A: ketinggian tempat *P. cubeba*, B: ketinggian tempat *P. lanatum*, C: intensitas cahaya *P. cubeba*, D: intensitas cahaya *P. lanatum*, E: temperatur udara *P. cubeba*, F: temperatur udara *P. lanatum*, G: pH tanah *P. cubeba*, H: pH tanah *P. lanatum*.

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Bulan Ayu Ivanda
2. Tempat dan Tanggal Lahir : Kendal, 11 Juli 2001
3. Alamat Rumah : Desa Sodong, RT 05 RW
02, Purwosari, Mijen,
Kota Semarang
4. HP : 085865887271
5. Email : bulanivanda@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. TK Tarbiyatul Athfal 46 Semarang
 - b. SDN Purwosari 1 Semarang
 - c. SMP Muhammadiyah 8 Semarang
 - d. SMAN 6 Semarang

Semarang,
12 Juni 2023

Bulan Ayu Ivanda
NIM : 1908016006