

**PERBANDINGAN KARAKTERISTIK
STRUKTUR TRIKOMA DAUN MUDA DAN
DAUN DEWASA PADA TUMBUHAN
KEMADU (*Dendrocnide stimulans* (L.f.) Chew)**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagai Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Sains dalam Ilmu Biologi



Oleh:

AMI NUROHMAH

NIM. 1708016032

**PROGRAM STUDI S-1 BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2021**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ami Nurohmah

NIM : 1708016032

Program studi : Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**“PERBANDINGAN KARAKTERISTIK STRUKTUR
TRIKOMA DAUN MUDA DAN DAUN DEWASA PADA
TUMBUHAN KEMADU (*Dendrocnide stimulans* (L.f.)
Chew)”**

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

Semarang, 9 Juni 2021

Pembuat Pernyataan



Ami Nurohmah
NIM : 1708016032



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka (Kampus II) Ngaliyan Semarang
Telp.024-7601295 Fax.7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul skripsi : Perbandingan Karakteristik Struktur Trikoma
Daun Muda dan Daun Dewasa pada
Tumbuhan Kemadu (*Dendrocide stimulans*
(L.f) Chew).
Penulis : **Ami Nurohmah**
NIM : 1708016032
Jurusan : Biologi

Telah diujikan dalam Sidang Munaqosyah oleh Dewan Penguji
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima
sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu
Biologi.

Semarang, 25 Juni 2021

Dewan Penguji

Penguji I

Baiq Farhatul Wahidah, M.Si.
NIP. 1975502222009123002

Penguji II

Dra. Miswari, M.Ag.
NIP. 196904181995032002

Penguji III

Abdul Malik, M.Si.
NIP. 19891103201803001

Penguji IV

Arnie San Mukaromah, M.Sc.
NIP. 198709112018012001

Dosen Pembimbing I

Baiq Farhatul Wahidah, M.Si.
NIP. 1975502222009122002

Dosen Pembimbing II

Niken Kusumarini, M.Si.
NIP. 198902232019032018

NOTA DINAS

Semarang, 19 Juni 2021

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 Karakteristik Struktur Trikoma Daun Muda dan Daun Dewasa Pada Tumbuhan Kemadu (*Dendrocnide stimulans* (L.f.) Chew)**

Penulis : Ami Nurohmah

NIM : 1708016032

Program studi : 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 I,



Baiq Farhatul Wahidah, M.Si

NIP: 197550222200912 2 002

NOTA DINAS

Semarang, 19 Juni 2021

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 Karakteristik Struktur Trikoma Daun Muda dan Daun Dewasa Pada Tumbuhan Kemadu (*Dendrocnide stimulans* (L.f.) Chew)**

Penulis : Ami Nurohmah

NIM : 1708016032

Program Studi : 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,



Niken Kusumarini, M.Si

NIP: 198902232019032015

ABSTRAK

Trikoma merupakan struktur pada tanaman yang berfungsi sebagai alat pertahanan diri. Cagar Alam Darupono merupakan kawasan yang memiliki tumbuhan bertrikoma, salah satunya kemadu. Trikoma pada daun kemadu belum banyak diketahui sehingga menarik menjadi objek dari penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur morfologi dan anatomi trikoma daun kemadu, perbedaan struktur trikoma daun muda dan daun dewasa pada tumbuhan kemadu, serta perbedaan distribusi trikoma pada permukaan abaksial dan adaksial daun kemadu. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan teknik pengambilan sampel sampling sistematis. Analisis data dilakukan dengan teknik deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur morfologi trikoma daun kemadu yaitu uniseluler dengan bentuk seperti jarum, seperti kerucut, berbentuk panjang menyempit, beruas seperti jari, bentuk kepala lebar, bagian basal besar, dan panjang tangkai 2x lebih besar dari kepalanya. Trikoma daun muda tanaman kemadu yang teridentifikasi adalah *stinging trichome*, *capitate trichome*, *digitate trichome*, dan *peltate trichome*. Trikoma yang teridentifikasi pada daun dewasa tanaman kemadu adalah *stinging trichome*, *conical trichome*, *capitate trichome*, dan *long narrow trichome*. Trikoma pada permukaan adaksial memiliki distribusi lebih tinggi dibandingkan pada permukaan abaksial.

Kata kunci: Cagar Alam Darupono, Daun Kemadu, Trikoma

ABSTRACT

Trichomes are structures in plants that function as a means of self-defense. Darupono Nature Reserve is an area that has trichome plants, one of which is kemadu. Trichomes on kemadu leaves have not been widely known, so it is interesting to be the object of this research. This study aimed to analyze the morphological and anatomical structure of the trichomes of kemadu leaves, the differences in the structure of the trichomes of young and mature leaves on kemadu plant, the differences in the distribution of trichomes on the abaxial and adaxial surfaces of the kemadu leaves. This study uses quantitative research method with systematic sampling technique. Data analysis was done by descriptive technique. The result showed that the morphological structure of the kemadu leaf trichomes was unicellular with a needle-like shape, like a cone, long narrowed, segmented like a finger, wide head shape, large basal part, and 2x longer stalk length than the head. The young leaf trichomes identified were stinging trichome, capitate trichome, digitate trichome, and peltate trichome. The trichomes identified on the mature leaves of the kemadu plant were stinging trichome, conical trichome, capitate trichome, and long narrow trichome. Trichomes on thw adaxial surfaces have a higher distribution than on the abaxial surfaces.

Key words: Darupono Nature Reserve, Kemadu Leaf, Trichome

TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Pedoman penulisan skripsi ini mengikuti pedoman transliterasi huruf arab latin SKB (Sesuai Keputusan Bersama) Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Menteri Kebudayaan R.I. Nomor: 158 tahun 1987 dan Nomor: 0543b/U/1987 sebagai berikut:

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
ذ	Z	م	M
ر	R	ن	N
ز	Z	و	W
س	S	ها	H
ش	SY	ء	'
ص	S	ي	Y
ض	D		

Keterangan: penulisan kata sandang (al-) dalam teks ditulis menyesuaikan rujukan.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perbandingan Karakteristik Struktur Trikoma Daun Muda Dan Daun Dewasa Pada Tumbuhan Kemadu *Dendrocnide stimulans* (L.f.) Chew”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk kelulusan di Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

Sholawat serta salam senantiasa penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah memberi teladan bagi umatnya untuk selalu berjuang mencari dan mengamalkan ilmu Allah. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari campur tangan banyak pihak dalam memberi bimbingan dan arahan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat penulis sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya 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 Prodi Biologi, Wali Dosen, dan Dosen Pembimbing I Skripsi yang senantiasa memberi arahan dan bimbingan;
4. Niken Kusumarini, M.Si. selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa memberi motivasi dan koreksi;
5. Arnia Sari Mukaromah, M.Sc. yang memberikan dukungan dan motivasi;
6. Mba Tiara, Pak Gunawan dan semua pihak BKSDA Jateng yang telah memfasilitasi penelitian ini;
7. Orang tua saya Ibu Musripah dan Bapak Soparin serta segenap keluarga besar yang senantiasa memberikan dukungan secara materiil dan moril;
8. Teman-teman seperjuangan Biosquad 17;
9. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penelitian dan penulisan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna dan masih banyak kekurangan. Kritik dan saran penulis harapkan untuk menyempurnakan skripsi ini. Semoga segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis dapat bermanfaat dan mendapat balasan terbaik dari Sang Khaliq.

Semarang, 19 Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA PEMBIMBING	iv
ABSTRAK	vi
TRANSLITERASI	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Manfaat Penelitian	5
BAB II LANDASAN PUSTAKA	6
A. Deskripsi Teori	6
1. Trikoma	6
2. Tumbuhan Kemadu	10
3. Profil Cagar Alam Darupono	11
4. Scanning Electron Microscopy.....	12

B. Kajian Pustaka	14
C. Kerangka Berpikir	20
D. Hipotesis	22
BAB III METODE PENELITIAN	24
A. Jenis Penelitian	24
B. Teknik Sampling	24
C. Tempat dan Waktu Penelitian	24
D. Sumber Data	25
E. Fokus Penelitian	26
F. Teknik Pengumpulan Data	26
G. Analisis Data	28
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	29
A. Deskripsi Lokasi Penelitian	29
B. Variasi dan Bentuk Trikoma Tumbuhan Kemadu..	33
C. Perbandingan Bentuk Trikoma pada Permukaan Adaksial dan Abaksial Daun Muda dan Daun Dewasa Tumbuhan Kemadu.....	35
D. Perbandingan Distribusi Trikoma pada Permukaan Adaksial dan Abaksial Daun Muda dan Daun Dewasa Tumbuhan Kemadu	45
BAB V PENUTUP	48
A. Kesimpulan	48
B. Saran	49

DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	58
RIWAYAT HIDUP	60

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Hasil Pengukuran Kondisi Lingkungan Cagar Alam	30
Tabel 4.2	Kandungan Mineral Daun Kemadu Berdasarkan Pengamatan SEM EDX	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tumbuhan Kemadu	13
Gambar 2.2	Profil Cagar Alam Darupono	14
Gambar 2.3	Skema Kerangka Berpikir	24
Gambar 3.1	Peta Lokasi Cagar Alam Darupono	27
Gambar 4.1	Tumbuhan Kemadu	33
Gambar 4.2	Morfologi Daun Kemadu	34
Gambar 4.3	Pengamatan Trikoma Menggunakan Mikroskop Stereo Perbesaran 10x4	36
Gambar 4.4	Hasil Pengamatan SEM EDX	38
Gambar 4.5	Peak Kandungan Mineral Daun pada Tumbuhan Kemadu	40
Gambar 4.6	Pengamatan Trikoma Daun Muda Mikroskop Cahaya Perbesaran 10x10	43
Gambar 4.7	Pengamatan Trikoma Daun Dewasa Mikroskop Cahaya Perbesaran 10x10	45
Gambar 4.8	Pengamatan Trikoma Mikroskop Stereo Perbesaran 10x4	48

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Alam Indonesia kaya akan berjenis-jenis tumbuhan yang memiliki ciri khas masing-masing. Identifikasi tumbuhan penting dilakukan untuk mengungkap keanekaragaman tumbuhan. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengidentifikasi spesies yang satu dengan yang lain dapat dilakukan dengan melihat struktur morfologi tumbuhan. Ada berbagai macam organ yang dapat digunakan untuk identifikasi tumbuhan antara lain: daun, batang, akar, dan biji. Struktur yang ada pada masing-masing organ tersebut memiliki peran tersendiri sebagai penopang kehidupan tumbuhan. Salah satu cara mengidentifikasi tumbuhan adalah dengan menginvestigasi macam derivat epidermis pada organ daun. Derivat epidermis pada tumbuhan dapat berupa sel kipas, *litosis*, trikoma, dan stomata (Sumardi, 1993 ; Hidayat, 1995).

Daun adalah salah satu bagian utama yang menopang kehidupan tumbuhan dan salah satu bagian terluar dari daun adalah lapisan epidermis yang menjadi pertahanan diri, baik melindungi dari cekaman lingkungan ataupun mencegah tumbuhan atas hilangnya air yang berlebihan.

Epidermis memainkan peran utama sebagai proteksi dengan berbagai derivat epidermis. Derivat epidermis merupakan struktur spesifik yang ada pada jaringan epidermis yang memiliki fungsi tertentu (Hidayat, 1995). Tumbuhan kemadu (*Dendrocnide stimulans* (L.f. Chew)) merupakan salah satu tumbuhan liar dan unik yang tumbuh di Cagar Alam Darupono karena keberadaan trikoma yang khas pada organ daunnya. Cagar Alam Darupono merupakan salah satu kawasan konservasi yang terletak di Desa Darupono Kecamatan Kaliwungu Kabupaten Kendal. Cagar Alam Darupono ini merupakan suatu kawasan konservasi yang pengelolaannya dibawah naungan BKSDA Jawa Tengah (BKSDA Jateng, 2020).

Tumbuhan kemadu memiliki keunikan dikarenakan ketika masih muda daun dari tumbuhan ini dapat dikonsumsi oleh masyarakat di sekitar kawasan sebagai lalapan atau bahan masakan seperti sayur bening. Daun kemadu muda yang direbus dengan air juga dipercaya dapat mengurangi sakit kepala dan nyeri, akan tetapi ketika sudah menjadi dewasa daun ini dapat menghasilkan trikoma yang tersebar di permukaan daunnya. Trikoma pada daun kemadu ini dapat membahayakan tubuh apabila terkena pada kulit karena efek rasa panas, gatal, menyengat, dan dalam keadaan parah dapat menyebabkan iritasi kulit dan melepuh. Efek yang ditimbulkan apabila

menginfeksi kulit dapat berlangsung beberapa hari hingga berminggu-minggu (Gilding *et al.*, 2020).

Trikoma merupakan salah satu dari derivat epidermis yang berbentuk rambut-rambut yang tumbuh dengan berbagai macam bentuk, susunan, serta fungsi yang bervariasi (Sutrian, 1992). Trikoma tumbuh hampir pada seluruh permukaan tumbuhan, mulai dari daun, akar, batang, sepal, petal, stamen, biji, serta buah (Werker, 2005). Tipe trikoma memainkan peran dalam rangka untuk melengkapi data taksonomi dan evolusi untuk identifikasi jenis tumbuhan dan memahami hubungan antar spesies (Fahn, 1991; Dasti *et al.*, 2003).

Trikoma menjadi salah satu objek penelitian yang menarik, dilihat berdasarkan strukturnya baik dari jumlah sel, bentuk, maupun distribusinya di permukaan adaksial dan abaksial. Penelitian ini akan menguji bagaimana struktur dari trikoma pada permukaan adaksial dan abaksial pada daun kemadu dalam rangka mengembangkan kajian struktur di bidang botani. Penelitian ini belum pernah diujikan sebelumnya pada spesies yang sama. Penelitian serupa pernah dilakukan oleh Gilding *et al.*, pada tahun 2020 menggunakan genus yang sama tetapi spesies berbeda dengan menggunakan sampel *The giant Australian stinging tree Dendrocnide excelsa*. Oleh karena itu, penelitian yang berjudul

“Perbandingan Karakteristik Struktur Trikoma Daun Muda Dan Daun Dewasa Pada Tumbuhan Kemadu *Dendrocnide stimulans* (L.f.) Chew” perlu dilakukan.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana struktur morfologi dan anatomi trikoma pada daun muda dan dewasa tumbuhan kemadu yang ditemukan di Cagar Alam Darupono?
2. Bagaimana perbedaan struktur trikoma pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan kemadu yang ditemukan di Cagar Alam Darupono?
3. Bagaimana perbedaan distribusi trikoma pada permukaan abaksial dan abaksial daun kemadu yang ditemukan di Cagar Alam Darupono ?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendeskripsikan struktur morfologi dan anatomi trikoma daun muda dan dewasa tumbuhan kemadu yang ditemukan di Cagar Alam Darupono.
2. Untuk menganalisis perbedaan struktur trikoma pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan kemadu yang ditemukan di Cagar Alam Darupono.

3. Untuk menganalisis perbedaan distribusi pada permukaan abaksial dan adaksial daun kemadu yang ditemukan di Cagar Alam Darupono.

D. Manfaat Penelitian

Ada beberapa manfaat yang didapat dari penelitian ini sehingga menyebabkan pentingnya penelitian ini dilakukan, antara lain sebagai berikut.

1. Bagi Peneliti
 - a. Memperluas pengetahuan tentang kajian trikoma yang ada pada tumbuhan.
 - b. Memberikan kesempatan kepada penulis untuk berperan serta melakukan penelitian dalam rangka mempromosikan kekayaan alam di kawasan konservasi.
2. Bagi BKSDA Jawa Tengah
 - a. Menambah data penelitian dalam Cagar Alam di bawah naungan BKSDA.
 - b. Memperkenalkan keanekaragaman spesies di kawasan konservasi sebagai sumber penelitian.
3. Bagi Masyarakat atau Pembaca
Memberikan informasi kepada masyarakat maupun pembaca tentang struktur dan distribusi trikoma pada tumbuhandkemadu.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Deskripsi Teori

1. Trikoma

Trikoma merupakan struktur yang menutupi permukaan tumbuhan dengan struktur menyerupai rambut dan ditemukan pada sejumlah besar tumbuhan baik dengan bentuk uniseluler atau multiseluler (Wagner, 1991; Tissier, 2012). Trikoma berasal dari istilah Yunani berupa kata '*trichos*' yang berarti rambut. Trikoma merupakan perpanjangan/ derivat dari epidermis, sehingga keberadaan trikoma tidak dihubungkan dengan adanya kambium vaskular pada tumbuhan (Wagner *et al.*, 2004).

Trikoma menjadi salah satu unsur yang penting dalam tumbuhan, karena keberadaannya mampu digunakan untuk mengidentifikasi spesies berdasarkan kenampakannya, ukuran, jenis, maupun kandungan senyawa yang ada didalamnya (Reis, 2002). Trikoma berukuran antara beberapa mikro sampai beberapa sentimeter dengan berbagai macam bentuk yang spesifik antar spesies. Pada umumnya trikoma ada pada tumbuhan di bagian daun atau batang, akan tetapi trikoma juga dapat berada di bagian tumbuhan lain seperti biji, kelopak, tangkai bunga atau tangkai daun (Wagner *et al.*, 2004).

Trikoma antara tumbuhan yang satu dengan tumbuhan yang lain memiliki perbedaan, begitupun pada bagian tumbuhan yang sama memiliki perbedaan pula. Serupa dan tidaknya trikoma pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan kemadu ini merujuk pada surah Al-An'am ayat 99. Selain itu pada surat ini juga kita diperintahkan untuk memperhatikan proses tumbuh dan berkembangnya suatu individu mulai dari muda, berbuah, hingga masak. Trikoma pada daun muda dan dewasa juga mengalami perkembangan dan perbedaan yang nantinya akan diamati ketika pengamatan. Berikut Firman Allah dalam surah Al-An'am ayat 99:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتٍ كُلِّ شَيْءٍ
فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ طَلْعِهَا
قَنَاطٍ دَانِيَةٌ وَجَنَّتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا
وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ ۗ أَنْظِرُوا إِلَىٰ نَمْرَةٍ إِذَا آتَمَرَ وَيَنْعِهِ ۗ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ
لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

Artinya: "Dan Dialah yang menurunkan air dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan, maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau, Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang kurma, mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya pada waktu berbuah, dan menjadi masak.

Sungguh, pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman”.

Trikoma dibagi menjadi 2 yaitu uniseluler dan multiseluler berdasarkan jumlah selnya, trikoma uniseluler merupakan trikoma bersel satu dan trikoma multiseluler bersel banyak (Sutrian, 1992). Sedangkan trikoma pada tumbuhan dapat diklasifikasikan menjadi 2 berdasarkan produksi sekretnya, yaitu trikoma glanduler dan trikoma non glanduler.

Trikoma non glanduler umumnya dijumpai pada *Angiospermae*, beberapa *Gymnospermae* dan *Bryophyta* (lumut). Salah satu tumbuhan yang mengandung trikoma non glanduler ialah *Arabidopsis*. Bentuk trikoma pada *Arabidopsis* bersel satu dengan tanpa cabang, bercabang dua, atau bercabang lima. Sedangkan trikoma glanduler biasanya bersel banyak (multiseluler) yang tersusun dari bagian *basal*, tangkai dan sel apikal yang umumnya terdapat pada 30% tumbuhan berpembuluh (Fahn, 2000).

Trikoma glanduler pada kelas yang sama biasanya memiliki kesamaan kapasitas produksi, jumlah penyimpanan, maupun sekret atau metabolit sekunder yang dihasilkan. Sekret dari trikoma glanduler dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan pestisida, obat, dan memiliki aktivitas antifungi (Lange dan Ahkami, 2013).

Trikoma glanduler dapat dibagi menjadi 2, yaitu trikoma *capitate* dan trikoma *peltate*. Trikoma *capitate* tersusun dari satu sel basal dengan satu atau beberapa tangkai, dan dengan satu atau beberapa sel sekretori di ujung tangkai. Sel sekret yang pada trikoma *capitate* umumnya menghasilkan senyawa non volatil yang biasanya langsung terlihat pada bagian permukaan tumbuhan. Sedangkan trikoma *peltate* terdiri dari satu sel basal, satu tangkai yang biasanya pendek, dan ujung tangkainya dapat berisi beberapa *sel sekretori* dengan rongga penyimpanan sub-kutikuler yang besar. Trikoma jenis *capitate* dan *peltate* dapat teramati pada *Asteraceae*, *Solanaceae*, dan *Laminaceae*. Perbedaan kedua trikoma terletak pada perbedaan panjang tangkainya. Trikoma *capitate* memiliki tangkai yang panjangnya lebih dari setengah tinggi kepala, sedangkan trikoma *peltate* cenderung lebih pendek. Kemudian trikoma *capitate* juga memiliki panjang dan jumlah tangkai yang lebih bervariasi dibanding trikoma *peltate* (Glas *et al.*, 2012).

Trikoma sebagai salah satu bagian terluar dari tumbuhan memiliki fungsi sebagai pertahanan diri dari cekaman herbivora. Trikoma non glanduler akan menghalangi pergerakan herbivora untuk mencapai permukaan tumbuhan, dan trikoma glanduler akan mengeluarkan eksudat yang akan membuat predator

terperangkap atau menghasilkan senyawa toksik berupa gula atau polifenol (Kroumova dan Wagner, 2003).

Trikoma juga merupakan pertahanan kimiawi dari patogen tanaman. Senyawa kimia yang dihasilkan dari trikoma sebagian besar dari kelompok terpenoid, *defense protein*, flavonoid, *phenylpropenes*, gula, dan *methylketones* (Fridman *et al*, 2005). Selain itu metabolit sekunder yang dihasilkan oleh trikoma juga mampu menarik polinator, menjaga tumbuhan dari sinar UV, pengatur suhu, dan mencegah hilangnya air.

2. Tumbuhan Kemadu

Tumbuhan kemadu merupakan salah satu tumbuhan liar yang tumbuh di daerah tropis maupun subtropis. Tumbuhan ini hampir ada di seluruh Asia. Tumbuhan kemadu biasa dikenal dengan nama '*Jelatang Pohon*'. Tumbuhan ini masuk ke dalam famili *Urticaceae* dikarenakan '*nettles*' atau rambut penyengat yang biasa masyarakat sebut dengan *jelatang*, *lateng*, atau *pulus*. Habitus tumbuhan kemadu dapat dilihat pada Gambar 2.1. Berikut klasifikasi tumbuhan kemadu:

<i>Kingdom</i>	: Plantae
<i>Division</i>	: Tracheophyta
<i>Class</i>	: Magnoliopsida
<i>Order</i>	: Rosales

Family : Urticaceae
Genus : Dendrocnide Miq
Species : *Dendrocnide stimulans* (L.f.) Chew
(Accepted name), *Laportea stimulans* (L.f.) Miq
(Synonym) (GBIF 2020, diakses 9 Desember 2020)



Gambar 2.1 Tumbuhan Kemadu
(Sumber: Dokumentasi Penelitian)

Tumbuhan yang masuk dalam Famili *Urticaceae* ini merupakan tumbuhan perennial (tahunan) dengan warna tumbuhan yang hijau kusam, dan memiliki trikoma (Rahman *et al.*, 2008). Morfologi daun kemadu yaitu daun berbentuk memanjang dengan tepi daun runcing. Indikator daun muda pada daun kemadu ditandai dengan tepi daun mudanya bergerigi dengan jarak gerigi rapat. Semakin daun dewasa, gerigi semakin longgar dan menghilang.

3. Profil Cagar Alam Darupono

Cagar Alam Darupono merupakan kawasan konservasi yang terletak di desa Gondang. Kawasan ini berada dibawah naungan BKSDA Jawa Tengah. Kawasan yang terletak disepanjang kanan dan kiri jalan raya ini menyimpan berbagai macam keanekaragaman tumbuhan, mulai dari paku-pakuan, semak, perdu, hingga tumbuhan besar seperti jati. Kawasan ini memiliki luas wilayah dengan total sebesar 33,20 hektare. Profil Cagar Alam Darupono disajikan dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Profil Cagar Alam Darupono
(Sumber: Dokumentasi Penelitian)

4. Scanning Electron Microscopy

Scanning Electron Microscop (SEM) ialah jenis mikroskop elektron yang digunakan untuk melihat permukaan sampel dengan cara pemindaian elektron. Elektron ini akan berinteraksi dengan sampel dan

menghasilkan sinyal yang berisi informasi sampel mulai dari topografi permukaan, komposisi, maupun sifat-sifat lain yang ada pada sampel. *Scanning Electron Microscopy* memiliki detector pada elemennya sehingga mampu merekonstruksi gambar tiga dimensi dari permukaan sampel.

Tahapan paling penting dari pengamatan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* adalah tahap persiapan sampel. Tahap ini merupakan tahap yang memiliki peran penting dalam menjaga bentuk dari struktur sampel agar tetap sama dengan aslinya. Rangkaian tahapan dalam persiapan sampel dilakukan untuk mendapatkan hasil seperti yang diinginkan. Proses persiapan dimulai dari pemotongan, fiksasi, dehidrasi, pengeringan, sampai pelapisan.

Tahapan fiksasi dilakukan guna menjaga struktur sampel agar tetap utuh sebagaimana aslinya (Bozolla *et al.*, 1999). Tahap dehidrasi umumnya dilakukan dengan perendaman alkohol bertingkat untuk menghilangkan kandungan air pada sampel. Tahap pengeringan bertujuan untuk memaksimalkan tekstur dari sampel sehingga kadar air yang ada pada sampel cukup dan tidak membuat sampel menjadi mengerut, tahap ini biasanya dikenal dengan *Critical Point Drying (CPD)* (Gustard, 1977). Tahap pelapisan bertujuan untuk

menghasilkan citra yang baik. Visualisasi sampel dapat terlihat jelas apabila pelapisan yang digunakan tepat. Material konduktif yang biasanya digunakan untuk melapisi sampel yaitu emas (Au), platina (Pt), dan grafit (C).

Scanning Electron Microscopy (SEM) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengamati trikoma pada daun. Penelitian terdahulu menyebutkan bahwa *SEM* digunakan untuk penelitian trikoma pada *Lamiaceae* (Talebi *et al.*, 2014), *Verbenaceae*, *Chrysanthemum* (Guo, 2020), dan *Urticaceae* (Gilding *et al.*, 2020). Penelitian menggunakan *Scanning Electron Microscopy* dilakukan untuk pengamatan trikoma karena memiliki kejelasan visualisasi yang lebih baik dari segi struktur dibandingkan dengan mikroskop cahaya.

B. Kajian Pustaka

Penelitian tentang struktur trikoma sudah berlangsung sekitar 300 tahun lalu, pada penelitian itu membahas tentang struktur morfologi trikoma (Haberlandt, 1886). Publikasi pertama yang dilaporkan tentang struktur trikoma berasal dari Hooke (1665) yang mana Hooke menggambarkan bagaimana racun yang terdapat dalam trikoma yang dapat menembus kulit. Perumpamaan

bagaimana trikoma menembus kulit diibaratkan oleh Hooke dengan menebarkan garam pada bagian yang terluka. Kemudian dilanjutkan oleh Guettard (1745) yang telah menggolongkan tipe trikoma menjadi 20 jenis berdasarkan kenampakan morfologi eksternalnya dan menganggap bahwa *stinging hair* pada Famili *Urticaceae* itu merupakan trikoma sekretori.

Tahun 1837 Meyen mempublikasikan deskripsi trikoma sebagai kelenjar yang menyekresikan substansi penyebab iritasi. Kemudian Bahtdt (1849) mendeskripsikan struktur seperti '*kutil*' pada dinding sel trikoma yang mana pada sel tersebut berisi sesuatu yang mengalir dan mengalami koagulasi di permukaannya. Pada trikoma terdapat bagian yang berfungsi sebagai tempat sintesis toksin, pedestal mengalami perpanjangan dari jaringan subepidermal parenkim (Schacht, 1856).

Penelitian tentang morfologi trikoma dilanjutkan dengan respon terhadap cekaman, misalnya ketika ada bagian yang terpotong adalah bagian yang bergranuler maka letaknya tepat berada dibawahnya atau agak jauh dari tempat bagian yang terluka. Formasi massa dari pengisi trikoma (*laminated filling mass*) diamati oleh beberapa ilmuwan diantaranya Weiss (1867), Kallen (1882), dan Korn (1994).

Rauter (1872) menggambarkan ontogeni dari trikoma. Pembentukan trikoma berawal dari pembentukan benjolan berbentuk kerucut (*conical bump*) dari sel epidermis. Kemudian struktur itu dengan mudah terdistorsi dari struktur lain dan mengalami perkembangan yang lebih cepat dibanding struktur lain disekitarnya. Kemudian mengalami perpanjangan disertai pertumbuhan interkalar sangat besar dan terinisiasi pedestal. Pembelahan sel terjadi pertama kali di epidermis diikuti dengan pertumbuhan yang lambat di lapisan subepidermis. Kolom sel yang menjadi bagian sentral dari pedestal yang matang merupakan turunan dari subepidermis. Rauter mencatat bahwa terdapat sepasang lubang yang mencolok diantara *bulbous basal*, Rauter mengasumsikan bahwa lubang/ 'pits' inilah yang menjadi tempat sintesis toksin pada trikoma.

Senyawa-senyawa yang diketahui terdapat pada trikoma *Urtica* antara lain dideskripsikan sebagai asam tartarat (Gibson dan Warham, 1890), glikosida, asam format (Dragendorf, 1905), kalium (Winternitz, 1907), asetilkolin dan histamin (Emmelin dan Feldberg, 1947; Nelson, 1951), serotonin (Collier dan Chesher, 1956).

Kuster pada tahun 1903 mendeskripsikan bagaimana regenerasi daerah apikal yang terluka pada *Urtica dioica*. Sedangkan Palla (1906) mendemonstrasikan bagian distal

dari trikoma yang dipisahkan dari *bulbous base* dan dibiakkan dalam larutan gula ternyata dapat menutup bagian yang dipisahkan dengan cara pembentukan dinding sel. Dinding sel ini dapat mencapai ketebalan tertentu meskipun tidak ditemukan nukleus pada bagian ini. Dilihat dari pandangan sitologi, ada beberapa penelitian tentang Famili *Urticaceae*, diantaranya ada Wiesner (1906) yang mencatat bahwa *cyclosis* pada trikoma *Urtica dioica* rata-rata sekitar 0,3 mm per menit. Tschermak- Woess dan Hasitschka (1954) menunjukkan bahwa nukleus dari trikoma *Urtica pilulifera* dapat tumbuh menjadi 64 ploid atau sekitar 1024 kromosom. Pada tahun 1968, Marty menggunakan mikroskop elektron dan melihat retikulum endoplasma, *plasmalemma*, dan vakuola pada sekresi asetilkolin menggunakan sampel *Urtica urens*.

Efek dari ekstrak trikoma terhadap sistem kehidupan pernah dilakukan oleh Enunelin dan Ferdberg (1947) yang melaporkan bahwa respon gatal yang terjadi pada jaringan hidup diakibatkan keberadaan histamin dengan konsentrasi 1: 500-1000, asetilkolin 1:100, serta senyawa penyebab kontraksi otot yang belum teridentifikasi. Senyawa penyebab kontraksi ini diindikasikan oleh Collier dan Chesher (1956) sebagai *5-hydroxytryptamine/serotonin*. Spekulasi yang didapatkan bahwa senyawa-

senyawa ini disintesis di daun, ditransportasikan ke trikoma, dan terpusat di trikoma.

Pengujian untuk mengetahui aktivitas toksik dari ekstrak trikoma juga dilakukan oleh Pilgrim pada tahun 1959. Uji tersebut dilakukan dengan sampel katak menggunakan salah satu spesies dari Famili *Urticaceae*. Katak yang telah terkena ekstrak trikoma *Urtica ferox* mengalami pergerakan yang sangat cepat dan tidak beraturan dalam pergerakan. Hal ini dimungkinkan karena ketidakseimbangan kalsium di otot katak. Oleh karena itu diperkirakan pada trikoma tersebut terdapat *calcium-sensitive factor* yang dapat merubah keseimbangan kalsium di otot.

Investigasi mengenai trikoma dilanjutkan dengan respon penyerapan silika pada *Urtica* yang diamati oleh Barber and Shone (1966), yang mana tumbuhan yang dikultur dengan larutan bebas silika akan menunjukkan kemampuan menyengat yang sedikit, kemudian apabila larutan silika ditambahkan dalam perkembangannya selama dua minggu menunjukkan bahwa terjadi pengendapan silika yang ditandai dengan pengerasan pada trikoma.

Data mengenai trikoma juga semakin besar sehingga data- data penelitian dihimpun dalam sebuah database yang disebut *TrichOME* (Dai *et al.*, 2010). Dengan adanya

database ini semakin mendorong pesatnya penelitian tentang trikoma dan perkembangan mengenai kajian keilmuan semakin maju. Penelitian tentang trikoma turut andil dalam perkembangan *omics*, mulai dari *genomics*, *metabolomics*, hingga *transcriptomics*.

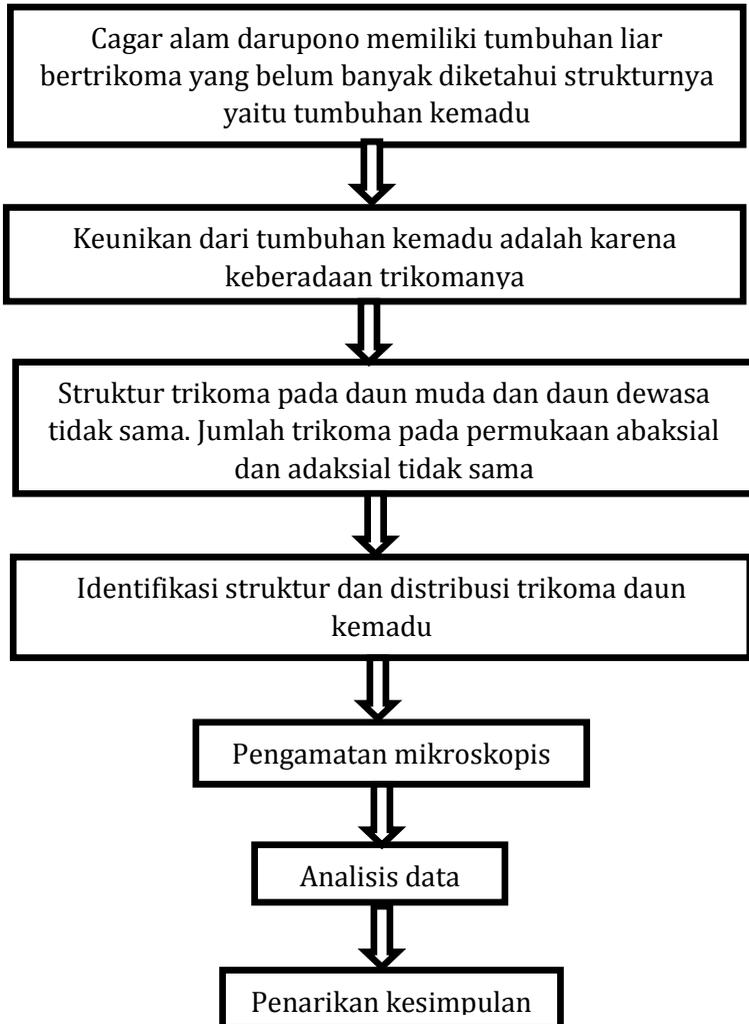
Champagne dan Boutry (2013) telah menelusuri jalur metabolisme sekunder sebagai senyawa yang dihasilkan oleh trikoma dan mempelajari bagaimana proses tumbuhan dalam menghasilkan sekret. Penelitian mengenai trikoma kemudian berlanjut pada tumbuhan *Arabidopsis*, trikoma nonglanduler berbentuk uniseluler dan ada 30 gen yang terlibat dalam inisiasi trikoma glanduler (Pattanaik *et al.*, 2014; Matias-Hernandes *et al.*, 2016). Berlanjut dengan penelitian mengenai proses differensiasi trikoma pada tumbuhan yang dihubungkan dengan kajian genomik juga dilakukan oleh Bergau *et al.*, 2015; Liu *et al.*, 2016.

Penelitian mengenai trikoma sudah dilakukan sejak zaman dulu dan masih berlangsung sampai saat ini, dimulai dari struktur hingga kandungan uji senyawa yang terdapat didalam trikoma. Perbedaan mengenai penelitian trikoma yang akan dilakukan oleh penulis dengan penelitian terdahulu ialah penggunaan sampel yang berbeda dengan teknik yang berbeda serta berasal dari lokasi yang berbeda. Penelitian berjudul "Perbandingan

Karakteristik Struktur Trikoma Daun Muda dan Daun Dewasa pada Tumbuhan Kemadu *Dendrocnide stimulans* (L.f.) Chew” yang bertempat di Cagar Alam Darupono dengan sampel daun kemadu perlu dilakukan untuk menambah dan melengkapi khasanah pengetahuan mengenai trikoma.

C. Kerangka Berpikir

Penelitian ini dimulai dengan meminta surat izin masuk kawasan konservasi (*simaksi*) ke BKSDA Jateng, kemudian dilanjutkan dengan observasi ke Cagar Alam Darupono. Setelah itu, penelitian dimulai dengan melakukan *attitude* penelitian dengan melihat dan mengukur kondisi lingkungan di kawasan cagar alam, dilanjutkan dengan pengambilan sampel di lapangan dan setelah itu dibawa ke Laboratorium UIN Walisongo Semarang untuk diamati sehingga diperoleh hasil penelitian. Tahap selanjutnya yaitu analisis dan olah data hasil penelitian sehingga diperoleh tujuan penelitian yaitu mengenai struktur dan distribusi trikoma daun kemadu. Skema kerangka berpikir dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Skema Kerangka Berpikir

D. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah:

1. H1 : Terdapat perbedaan struktur morfologi dan anatomi trikoma pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan kemadu yang ditemukan di Cagar Alam Darupono
H0 : Tidak terdapat perbedaan struktur morfologi dan anatomi trikoma pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan kemadu yang ditemukan di Cagar Alam Darupono
2. H2 : Terdapat perbedaan struktur trikoma pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan kemadu yang ditemukan di Cagar Alam Darupono
H0 : Tidak terdapat perbedaan struktur trikoma pada daun muda dan daun dewasa tumbuhan kemadu yang ditemukan di Cagar Alam Darupono
3. H3 : Terdapat perbedaan distribusi trikoma pada permukaan abaksial dan adaksial daun

kemadu yang ditemukan di Cagar Alam Darupono

H0 : Tidak terdapat perbedaan distribusi trikoma pada permukaan abaksial dan adaksial daun kemadu yang ditemukan di Cagar Alam Darupono.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

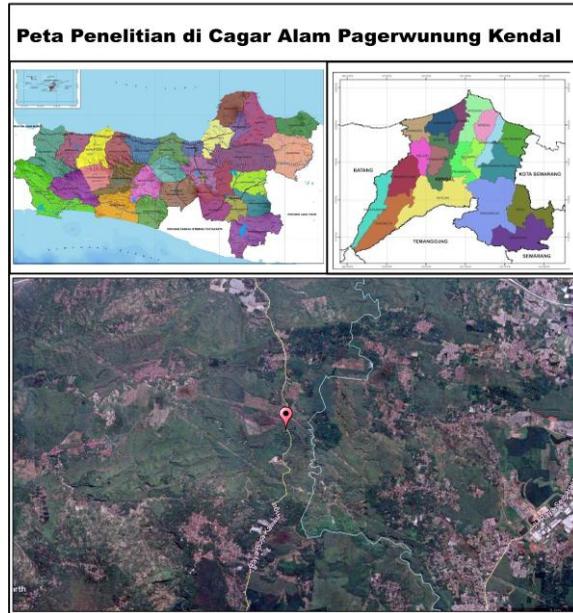
Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Metode ini merupakan metode umum dalam penelitian *scientific/* ilmiah. Metode ini disebut sebagai metode positivistik karena berlandaskan pada filsafat positivisme. Metode ini merupakan metode yang telah memenuhi kaidah ilmiah seperti empiris, sistematis, obyektif, terukur, dan rasional (Sugiyono, 2017).

B. Teknik Sampling

Teknik sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampling sistematis, dengan teknik ini sampel diambil berdasarkan urutan dari anggota populasi yang telah diberi nomor urut (Sugiyono, 2017).

C. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November-Desember tahun 2020 di Cagar Alam Darupono, Kaliwungu, Kendal. Cagar alam ini dipilih sebagai lokasi penelitian karena merupakan habitat tumbuhan kemadu. Peta lokasi pengamatan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Cagar Alam Darupono
(<https://earth.google.com> diakses 29 Juni 2021)

D. Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sumber data primer dan sumber data sekunder.

1. Sumber Data Primer

Sumber data primer didapat diperoleh langsung dari lapangan, pengamatan, hasil uji eksperimen, maupun hasil wawancara dengan narasumber di lapangan.

2. Sumber Data Sekunder

Sumber data sekunder diperoleh dari dokumen, arsip, dan artikel ilmiah.

E. Fokus Penelitian

Fokus penelitian ini adalah struktur morfologi dan anatomi trikoma daun kemadu serta distribusi trikoma pada permukaan abaksial dan adaksial daun kemadu.

F. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan teknik yang dilakukan dalam rangka memenuhi standar data yang ditetapkan untuk penelitian. Ada beberapa teknik yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Observasi

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: *cutter*, sarung tangan, cawan petri, pinset, gelas beaker, jarum pentul, *tissue*, *tube carbon*, pipet, *soil pH*, altimeter, *GPS*, kaca objek, kaca penutup, mikroskop cahaya, mikroskop stereo, *optilab*, dan *Scanning Electron Microscopy (SEM)*. Alat penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 3.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: daun kemadu, *Aurum*, dan *Palladium*. Prosedur

kerja dari penelitian ini diawali dengan pengambilan sampel daun di Cagar Alam Darupono. Teknik pengambilan sampel dapat dilihat pada Lampiran 1. Daun kemadu muda yang diambil adalah daun nomor 5 dari pucuk sedangkan daun dewasa diambil pada nomor 9 dari pucuk. Daun muda dan daun dewasa tanaman kemadu diambil dari 5 individu yang berbeda diambil untuk ditandai dan dimasukkan kedalam plastik untuk dibawa ke laboratorium UIN Walisongo untuk pengamatan dan dibawa ke Laboratorium Fisika Universitas Negeri Semarang untuk pengamatan menggunakan SEM. Sesampainya di laboratorium, sampel daun tersebut dibuat preparat segar pada permukaan abaksial dan adaksial untuk diamati kenampakan trikoma dan distribusinya menggunakan mikroskop cahaya. Pengamatan preparat di mikroskop dimulai dengan perbesaran rendah ke tinggi. Selanjutnya hasil pengamatan dimasukkan dalam tabel pengamatan trikoma daun kemadu.

Pengamatan selanjutnya yaitu menggunakan *Scanning Electron Microscopy*. Langkah pertama yang dilakukan adalah dengan memotong daun segar kemadu menjadi ukuran 3x3 mm, kemudian potongan sampel itu diletakan pada *stub* menggunakan *carbon tape*. Kemudian dilanjutkan dengan proses *coating*.

Proses *coating* merupakan tahapan pelapisan sampel non konduktif dengan bahan Aurum dan Palladium. Setelah itu tahapan selanjutnya yaitu pengamatan *SEM EDX* menggunakan *Phenom pro X Desktop SEM with EDX* untuk mengetahui morfologi sampel dan kandungan unsur yang terdapat pada sampel (Lab Fisika Unnes, 2020). Proses pengamatan menggunakan *SEM* dapat dilihat pada Lampiran 4.

2. Dokumentasi

Dokumentasi hasil penelitian dapat berbentuk tulisan maupun gambar. Gambar diambil menggunakan kamera *handphone* Xiaomi Redmi 6A.

G. Analisis Data

Data hasil penelitian ini dianalisis menggunakan teknik statistik deskriptif dengan cara mendeskripsikan data yang diperoleh dari penelitian.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Lokasi Penelitian

Cagar Alam Pagerwunung Darupono merupakan satu dari 33 kawasan konservasi yang dinaungi oleh Balai Konservasi Sumber Daya Alam Jawa Tengah (BKSDA Jateng). Kawasan yang memiliki potensi tumbuhan bertrikoma ini terletak di Desa Darupono Kecamatan Kaliwungu Kabupaten Kendal (BKSDA Jateng, 2020). Proses pengukuran kondisi lingkungan Cagar Alam dapat dilihat pada Lampiran 2. Berikut kondisi lingkungan area pengambilan sampel.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Kondisi Lingkungan Cagar Alam:

No	Parameter	Hasil
1.	Ketinggian	179 mdpl
2.	Temperatur	26°C
3.	pH tanah	5,5
4.	Intensitas cahaya	675 candela

Tumbuhan kemadu merupakan tumbuhan liar yang dapat tumbuh di daerah tropis dan subtropis. Tumbuhan kemadu banyak ditemui di daerah hutan hujan tropis dan

dataran rendah di sebagian daerah di Indonesia. Tumbuhan kemadu cukup banyak ditemui di kawasan Cagar Alam Darupono dengan kondisi dataran rendah yaitu pada ketinggian 179 mdpl dengan tingkat cahaya yang cukup.

Tumbuhan kemadu merupakan salah satu tumbuhan liar potensial yang memiliki beberapa keistimewaan. Tumbuhan yang dikenal sebagai salah satu tumbuhan hutan yang iritan karena apabila bagian tumbuhan khususnya bagian daun mengenai kulit dapat menyebabkan iritasi kulit. Gejala iritasi yang dirasakan antara lain kulit terasa panas, sakit, bercak merah, nyeri, hingga memar. MacFarlane (1963) dalam artikel *Neurotoxic peptides from the venom of the giant Australian stinging tree* yang terbit tahun 2020 menyatakan bahwa gejala ini dapat berlangsung beberapa hari hingga berminggu-minggu tergantung pada keparahan iritasi.

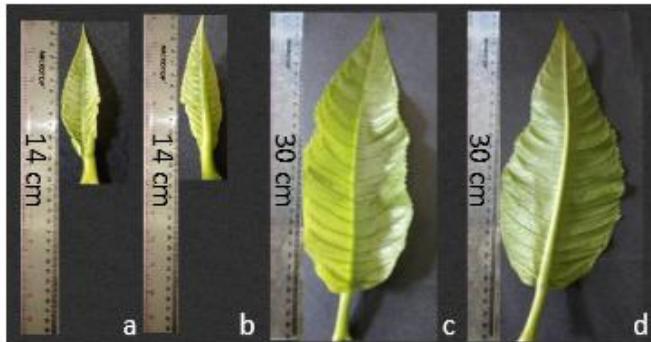
Tumbuhan kemadu memiliki trikoma pada permukaan daunnya. Trikoma inilah yang diindikasikan sebagai penyebab iritasi kulit ketika menyentuh tanaman kemadu. Trikoma merupakan derivat epidermis yang berfungsi untuk proteksi bagi tumbuhan, baik dari kehilangan air, pengaturan suhu, maupun dari serangan hewan dan patogen tumbuhan (Wagner *et al.*, 2004).

Trikoma umumnya terdapat pada bagian batang dan daun tumbuhan. Keberadaan trikoma pada tumbuhan berfungsi dalam pertahanan eksternal dan internal. Pertahanan eksternal yaitu pertahanan trikoma terhadap hambatan fisik dari lingkungan seperti hewan dan patogen. Sedangkan pertahanan internal yaitu pertahanan dalam melindungi tumbuhan dari suhu ekstrim dan membatasi hilangnya air dari tumbuhan secara berlebihan (Werker, 2000). Trikoma yang bervariasi pada tumbuhan dapat digunakan oleh peneliti dalam klasifikasi tumbuhan untuk membedakan antar genus maupun spesies (Xiang *et al.*, 2010). Habitus tumbuhan kemadu yang ditemukan di Cagar Alam Darupono disajikan dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Tumbuhan Kemadu
(Sumber: Dokumentasi Penelitian)

Pengamatan struktur morfologi pada daun kemadu, antara lain sebagai berikut:



Gambar 4.2 Morfologi Daun Kemadu

a. Daun muda permukaan adaksial, b. Daun muda permukaan abaksial, c. Daun dewasa permukaan adaksial, d. Daun dewasa permukaan abaksial. (Sumber: Dokumentasi Penelitian)

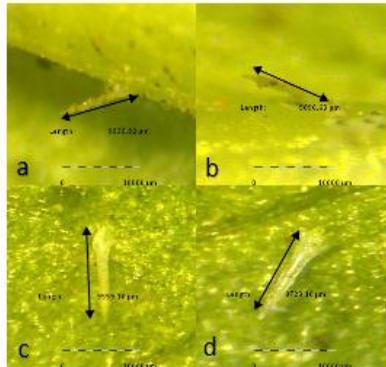
Daun kemadu memiliki warna daun hijau terang ketika masih muda dan berubah menjadi warna hijau tua ketika sudah dewasa. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa daun kemadu muda memiliki panjang 14 cm sedangkan daun dewasa memiliki panjang 30 cm. Daun kemadu memiliki bentuk ujung daun runcing karena tepi daun kanan dan kiri membentuk sudut lancip menuju ke pertemuan puncak daun. Pangkal daunnya membulat, tulang daun menyirip, tepi daun bergerigi, daging daun berbentuk seperti kertas, permukaan daunnya berbulu kasar (Tjitrosoepomo, 1985).

Daun kemadu muda dan dewasa perbedaannya dapat terlihat pada bentuk tepi daunnya, dimana pada daun

muda tepi daunnya bergerigi cukup rapat dan ketika dewasa geriginya mulai longgar dan menghilang ketika daun sudah tua. Daun muda yang dapat dikonsumsi adalah daun muda nomor 1-3 dari pucuk atau daun yang masih dalam fase kuncup. Daun setelah nomor 3 dari pucuk yang sudah tidak dalam fase kuncup tidak dapat dikonsumsi karena trikoma pada daun sudah mulai tumbuh dan berkembang sehingga apabila terkena kulit akan dapat menyebabkan infeksi (Gunawan, 2020).

B. Variasi dan Bentuk Trikoma Tumbuhan Kemadu

Trikoma merupakan salah satu derivat epidermis yang memiliki berbagai macam variasi, bentuk, dan fungsi. Trikoma berasal dari bahasa Yunani yaitu '*trichos*' yang berarti rambut yang menyengat. Bentuk trikoma yang bervariasi inilah yang menyebabkan struktur morfologi dan anatomi trikoma menjadi salah satu dasar kunci dalam identifikasi tumbuhan. Pengamatan trikoma daun kemadu menggunakan mikroskop cahaya perbesaran 10x4 dapat dilihat pada Gambar 4.3. Berikut bentuk trikoma yang ditemukan pada daun kemadu:



Gambar 4.3 Pengamatan Trikoma Menggunakan Mikroskop Cahaya Perbesaran 10x4 : a. Daun muda permukaan abaksial, b. Daun muda permukaan adaksial c. daun dewasa permukaan abaksial d. daun dewasa permukaan adaksial. (Sumber: Dokumentasi Penelitian).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa trikoma yang teridentifikasi adalah tipe *stinging trichome*. Stinging trichome pada daun muda permukaan abaksial memiliki panjang trikoma 9838,82 μm , pada daun muda permukaan adaksial memiliki panjang trikoma 9696,63 μm , daun dewasa permukaan abaksial memiliki panjang trikoma 9559,10 μm , dan pada daun dewasa permukaan adaksial memiliki panjang trikoma 9723,10 μm .

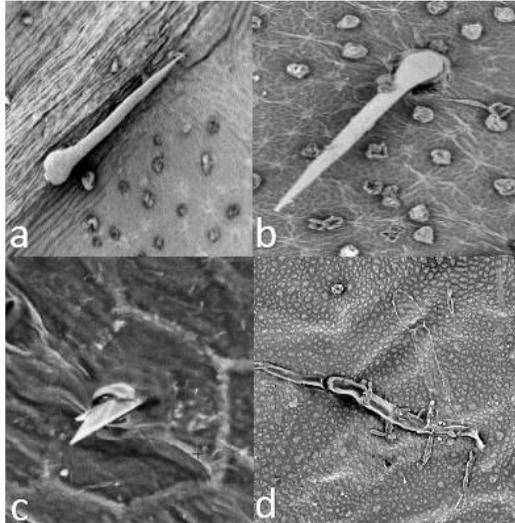
Trikoma yang terlihat ketika pengamatan berbentuk *stinging trichome* (seperti jarum), trikoma ini menutupi hampir sebagian besar permukaan daun tanaman, baik di daun muda dan daun dewasa pada permukaan abaksial dan permukaan adaksial. Struktur trikomanya

sama, yaitu trikoma bersel satu. Trikoma non glanduler memiliki struktur halus dan terlihat dalam bentuk linier (Talebi *et al.*, 2014).

Trikoma pada daun muda diinisiasi oleh benjolan di sekitar permukaan epidermis. Kemudian tonjolan kecil permukaan berubah menjadi memanjang dan halus. Tahap perkembangan selanjutnya yaitu perkembangan pola melingkar hingga berbentuk kerucut dan lancip, ukuran trikoma juga berkembang dari kecil ke besar. Inisiasi trikoma berawal dari bagian puncak dan tepi daun. (Mustafa *et al.*, 2017).

C. Perbandingan Bentuk Trikoma pada Permukaan Adaksial dan Abaksial Daun Muda dan Daun Dewasa Tumbuhan Kemadu

Trikoma tumbuhan berkembang dari sel epidermis. Pada perkembangannya akan berubah menjadi berbagai bentuk dan ukuran dengan struktur uniseluler maupun multiseluler (Payne, 1978; Werker, 2000; Hulscamp, 2004). Pengamatan trikoma dilakukan menggunakan *SEM EDX* untuk dapat melihat visualisasi yang lebih jelas. Hasil pengamatan dengan *SEM EDX* dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Hasil pengamatan *SEM EDX*:

- a. Daun muda permukaan abaksial b. Daun muda permukaan adaksial c. Daun dewasa permukaan abaksial d. Daun dewasa permukaan adaksial. (Sumber: Dokumentasi Penelitian)

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa trikoma pada daun muda permukaan abaksial dan adaksial memiliki bentuk yang sama ketika diamati menggunakan *SEM* pada perbesaran 200x. Bentuk trikoma tersebut disebut dengan *stinging trichome*. Trikoma pada daun muda permukaan abaksial memiliki panjang trikoma 666 μm . sedangkan pada daun muda permukaan adaksial memiliki panjang trikoma 671 μm . *Stinging trichome* (trikoma menyengat) merupakan trikoma yang memiliki bentuk ujung trikoma bulat asimetris (Meyen,1837; Greinert, 1886; Haberlandt, 1886; Kuster-Winkelmann, 1914;

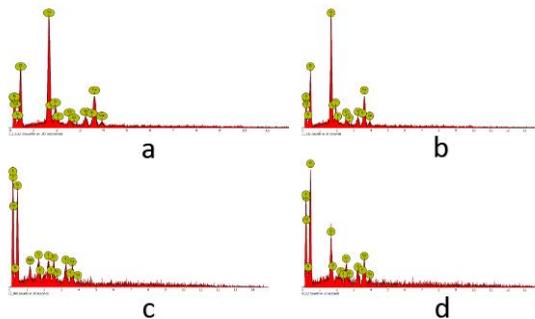
Thurston, 1969). Ujung trikoma yang bulat ini akan termineralisasi dan menyebabkan mudah patah apabila terkena sentuhan. Sisi ujung yang lain berbentuk lancip dan tajam menyerupai jarum dapat menembus kulit dan melepaskan zat iritan. Fungsi utama dari trikoma menyengat ini adalah sebagai antiherbivora dan pertahanan tanaman dari serangan hewan lain. Eisner *et al.*, (1998) memberikan gambaran tentang invertebrata yang terperangkap oleh trikoma yang tajam ini dan menyebabkan luka pada serangga tersebut sehingga menyebabkan serangga terperangkap dan mati karena zat iritan yang dikeluarkan oleh trikoma tersebut.

Trikoma pada daun dewasa permukaan abaksial yang teramati pada *SEM* perbesaran 5000x adalah trikoma unicelluler berbentuk kerucut (*conical trichome*) dengan panjang trikoma 107 μm . Trikoma jenis ini memiliki bentuk lebar di pangkal dan meruncing di bagian atas (Navarro, 1999).

Trikoma pada daun dewasa permukaan adaksial yang teramati pada *SEM* perbesaran 5000x teridentifikasi sebagai *long narrow trichome* dengan panjang trikoma 107 μm . Trikoma ini memiliki struktur yang panjang dengan bentuk yang menyempit. Trikoma ini menyempit di bagian apikal dan membungkuk ke arah yang berbeda. Didalam trikoma ini terdapat sel hidup yang mengandung kloroplas.

Trikoma ini berperan dalam pertahanan internal, yaitu ketika sel mengalami kerusakan (Dmitruk dan Elzbieta, 2010).

Trikoma merupakan pertahanan termineralisasi yang ada pada tanaman baik dari kerusakan akibat herbivora, suhu tinggi, maupun hilangnya air pada tanaman (Bickford, 2016). Trikoma pada daun kemadu memiliki kandungan mineral yang berbeda pada daun muda dan dewasa pada permukaan abaksial dan adaksial. Kandungan mineral pada daun kemadu dapat dilihat pada Gambar 4.5. Berikut peak hasil *SEM EDX* pada daun tanaman kemadu:



Gambar 4.5 Peak Kandungan Mineral Pada Daun Tumbuhan Kemadu a. daun muda permukaan abaksial, b. daun muda permukaan adaksial, c. daun dewasa permukaan abaksial, d. daun dewasa permukaan adaksial. (Sumber: Dokumentasi Penelitian)

Trikoma menyengat (*stinging trichome*) memiliki ujung lancip yang termineralisasi dengan kalsium karbonat dan

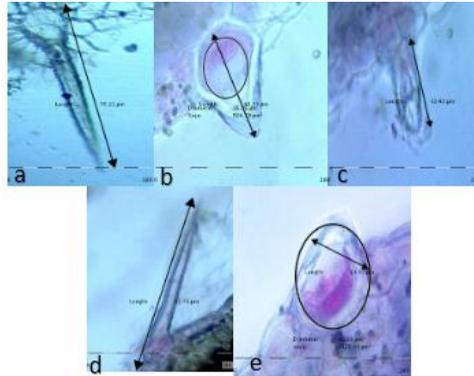
silika yang menyebabkan strukturnya keras lancip dan kaku seperti jarum suntik (Thurston dan Lersten, 1968). Dengan bentuknya yang seperti jarum suntik inilah yang memungkinkan *stinging trichome* menyalurkan zat iritan yang dihasilkan oleh trikoma glanduler melalui sel sekretori yang ada di sekitarnya baik dari *capitate trichome* maupun *peltate trichome*. Kandungan mineral daun kemadu berdasarkan pengamatan SEM EDX dapat dilihat pada Tabel 4.2. Berikut tabel perbandingan kandungan trikoma pada daun kemadu:

Tabel 4.2 Kandungan Mineral Daun Kemadu Berdasarkan Pengamatan SEM EDX

No	Element	Muda abaksial	Muda adaksial	Dewasa abaksial	Dewasa adaksial
1	Oksigen (O)	42.33	51.14	43.31	49.77
2	Karbon (C)	24.37	29.09	38.31	29.91
3	Nitrogen (N)	11.27	14.72	9.76	12.71
4	Kalsium (Ca)	6.32	2.13	1.94	2.53
5	Silikon (Si)	11.19	2.15	1.11	2.54
6	Kalium (K)	1.56	0.76	1.85	0.88
7	Klorin (Cl)	0.94	-	1.29	1.45
8	Magnesium (Mg)	-	-	1.31	-
9	Sulfur (S)	-	-	1.13	0.21

Silikon (Si) merupakan unsur yang memegang peranan dalam pertahanan eksternal dan pertahanan internal. Pertahanan eksternal Si terkait dengan metabolisme dan persinyalan ketika terdapat cekaman dari lingkungan seperti infeksi jamur (Law dan Exley, 2011), bakteri, virus, vertebrata, dan arthropoda (Luyckx *et al.*, 2017), dan perlindungan terhadap sinar UV-B (Shen *et al.*, 2010). Pertahanan internal dari unsur Si terhadap tanaman ialah mengurangi efek hilangnya air pada tanaman, baik melalui pembentukan lapisan Si kutikula ganda pada tanaman, mengurangi kemampuan stomata dalam turgor (Zhu dan Gong, 2014), melalui ekstraksi air dari tanah (Hattori dkk, 2005), maupun peningkatan pengaturan gen aquaporin pada tanaman (Liu dkk, 2015).

Pengamatan trikoma juga dilakukan menggunakan mikroskop cahaya. Hasil pengamatan menunjukkan beberapa struktur trikoma yang berbeda. Pengamatan trikoma daun muda tumbuhan kemadu dapat dilihat pada Gambar 4.6. Berikut gambar trikoma yang terlihat pada saat pengamatan:



Gambar 4.6 Pengamatan Trikoma Daun Muda Menggunakan Mikroskop Cahaya perbesaran 10x10. Daun muda permukaan abaksial (a,b,c). Daun muda permukaan adaksial (d, e). (Sumber: Dokumentasi Penelitian)

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa trikoma daun muda permukaan abaksial teridentifikasi sebagai: (a) *stinging trichome* dengan panjang trikoma 76,11 μ m, (b) *capitate trichome* dengan panjang trikoma 48,88 μ m, diameter trikoma 25,35 μ m, dan (c) *digitate trichome* dengan panjang trikoma 38,42 μ m. sedangkan pada daun muda permukaan adaksial trikoma yang teridentifikasi yaitu: (d) *stinging trichome* dengan panjang trikoma 81,71 μ m, dan (e) *peltate trichome* dengan panjang trikoma 33,97 μ m, diameter trikoma 42,65 μ m.

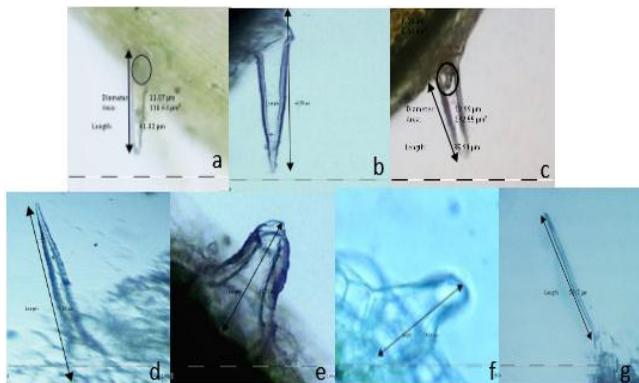
Trikoma *non glanduler* dan trikoma *glanduler* dibedakan berdasarkan ada atau tidaknya struktur sekretori. Bentuk umum trikoma *non glanduler* yaitu *simple* (sederhana), *branched* (bercabang), dan *starshaped*

(berbentuk bintang). Trikoma glanduler memiliki struktur khusus yang biasanya berupa sel sekretori yang mampu menghasilkan metabolit sekunder. Senyawa metabolit sekunder ini dapat digunakan oleh tumbuhan untuk penyerbukan, pertahanan, maupun perlindungan diri (Mahlberg dan Kim, 2004).

Pengamatan trikoma pada daun muda tumbuhan kemadu permukaan abaksial terlihat 3 jenis trikoma, yaitu *stinging trichome*, *capitate trichome*, dan *digitate trichome*. *Stinging trichome* merupakan trikoma dengan bentuk runcing seperti jarum. Trikoma menyengat (*stinging trichome*) terspesifikasi untuk perlawanan terhadap herbivora (Iwamoto *et al*, 2014). *Capitate trichome* merupakan trikoma yang tersusun dari sel basal, tangkai yang pendek, dan sel sekretori dengan lapisan kutikula yang tipis (Evilia dan Ratnawati, 2018).

Digitate trichome merupakan trikoma dengan jumlah terbatas pada tumbuhan, trikoma ini merupakan trikoma *non glanduler* yang tidak bercabang dan tersusun atas sel yang linier dengan dinding sel tipis (Talebi *et al.*, 2018). *Peltate trichome* merupakan trikoma glanduler dengan ciri kepala yang berbentuk lebar. *Peltate trichome* memiliki rongga sekretori dengan diameter 40-60 μm , sedangkan *capitate trichome* memiliki rongga sekretori berdiameter 10-30 μm . *Peltate trichome* hanya mengeluarkan zat

lipofilik, sedangkan *capitate trichome* mengeluarkan produk polisakarida (Huang *et al.*, 2008). Trikoma glanduler akan mengeluarkan *eksudat* yang akan membuat predator terperangkap atau menghasilkan senyawa *toksik* berupa gula atau *polifenol* (Kroumova dan Wagner, 2003). Senyawa kimia yang dihasilkan dari trikoma sebagian besar dari kelompok *terpenoid*, *defense protein*, *flavonoid*, *phenylpropenes*, *gula*, dan *methylketones* (Fridman *et al*, 2005). Pengamatan trikoma daun dewasa tumbuhan kemadu dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Pengamatan Trikoma Daun Dewasa Menggunakan Mikroskop Cahaya perbesaran 10x 10: Daun dewasa permukaan abaksial (a, b, c) Daun dewasa permukaan adaksial (d, e, f, g). (Sumber: Dokumentasi Penelitian)

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada daun kemadu dewasa permukaan abaksial teridentifikasi sebagai: (a) *capitate trichome* dengan panjang trikoma 41, 82 μm , diameter trikoma 11, 87 μm , (b) *stinging trichome*

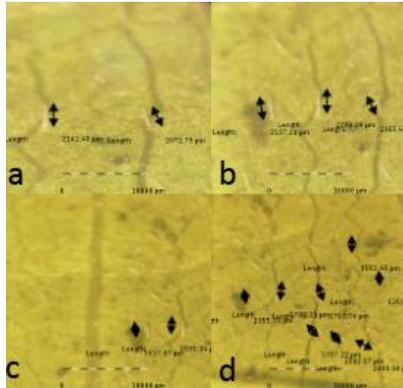
dengan panjang trikoma 66, 05 μm , (c) *capitate trichome* dengan panjang trikoma 35, 91 μm , diameter trikoma 12, 99 μm . sedangkan pada daun dewasa permukaan adaksial teridentifikasi sebagai: (d) *stinging trichome* dengan panjang trikoma 74, 99 μm , (e) *conical trichome* dengan panjang trikoma 58, 93 μm , dan (f) *conical trichome* dengan panjang trikoma 58, 93 μm , (g) *long narrow trichome* dengan panjang trikoma 59, 47 μm .

Trikoma glanduler berdasarkan morfologinya terbagi menjadi *capitate* dan *peltate*. Trikoma *peltate* umumnya memiliki tangkai yang pendek dan kepala besar dengan 4-18 sel, sedangkan trikoma *capitate* memiliki tangkai yang panjangnya 2x lebih besar dari kepalanya (Ascensao dan Pais, 1998). Sedangkan *conical trichome* ialah trikoma dengan bentuk seperti kerucut/*cone*. Trikoma jenis ini memiliki struktur lebar di pangkal dan meruncing pada bagian atas.

Trikoma pada famili *Urticaceae* memiliki struktur trikoma yang berbeda dengan famili lainnya. Trikoma menyengat (*stinging trichome*) terspesifikasi untuk perlawanan terhadap herbivora (Iwamoto *et al.*, 2014). Trikoma menyengat ini memiliki ujung lancip yang termineralisasi dengan kalsium karbonat dan silika yang menyebabkan strukturnya keras lancip dan kaku seperti jarum suntik (Thurston dan Lersten, 1969).

D. Perbandingan Distribusi Trikoma pada Permukaan Adaksial dan Abaksial Daun Muda dan Daun Dewasa Tumbuhan Kemadu

Trikoma memiliki ukuran, kepadatan, distribusi yang berbeda antar individu atau bahkan pada beberapa bagian tumbuhan dalam satu individu yang sama, misalnya pada kedua sisi permukaan daunnya. Trikoma memiliki distribusi yang berbeda pada organ tumbuhan (Aprillia, 2016). Udl'wiah (2015) dalam penelitiannya menyatakan bahwa distribusi trikoma pada permukaan daun abaksial dan adaksial memiliki perbedaan. Densitas atau kepadatan trikoma dapat bervariasi karena kondisi lingkungan, perbedaan spesies, kultivar, maupun jaringan (Kang *et al.*, 2010). Pengamatan trikoma menggunakan mikroskop stereo perbesaran 10x4 disajikan dalam Gambar 4.8. Berikut gambaran distribusi trikoma pada daun kemadu:



Gambar 4.8 Pengamatan Trikoma Menggunakan Mikroskop Stereo Perbesaran 10x4: a. Daun muda permukaan abaksial b. Daun muda permukaan adaksial c. Daun dewasa permukaan abaksial d. Daun dewasa permukaan adaksial. (Sumber: Dokumentasi Penelitian)

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa: (a) kerapatan trikoma pada daun muda permukaan abaksial $0,22//\text{mm}^2$, (b) kerapatan trikoma daun muda permukaan adaksial $0,33/\text{mm}^2$, (c) kerapatan trikoma daun dewasa permukaan abaksial $0,22/\text{mm}^2$, (d) kerapatan trikoma daun dewasa permukaan adaksial $0,88/\text{mm}^2$. Dengan demikian, distribusi trikoma pada daun dewasa lebih besar dari daun muda, dan distribusi pada permukaan adaksial lebih tinggi dari pada permukaan abaksial.

E. Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan penelitian ini yaitu alat dan waktu. Alat yang digunakan untuk pembuatan preparat masih sederhana karena proses pemotongan preparat masih

dilakukan secara manual tanpa menggunakan *microtome* sehingga untuk membuat preparat membutuhkan waktu yang lama dengan hasil yang kurang maksimal. Selain itu alat *Scanning Electron Microscopy (SEM)* juga masih menggunakan jasa dari Laboratorium Universitas lain dimana sempat terjadi perbedaan prosedur yang diharapkan oleh peneliti dan penguji laboratorium sehingga hasil pengamatan masih kurang baik.

Keterbatasan waktu penelitian ini adalah batas waktu yang diberikan izin pengambilan sampel dan pengamatan oleh pihak BKSDA Jateng adalah satu bulan, sedangkan pada saat penelitian waktu masuk laboratorium dibatasi karena adanya pandemi COVID-19. Pembatasan waktu masuk laboratorium ini mengakibatkan pengambilan data kurang maksimal sehingga data yang didapatkan masih minim.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Struktur morfologi dan anatomi trikoma daun kemadu yaitu uniseluler dengan bentuk seperti jarum, seperti kerucut, berbentuk panjang menyempit, beruas seperti jari, bentuk kepala lebar, bagian basal besar, dan panjang tangkai 2x lebih besar dari kepalanya.
2. Struktur trikoma yang teridentifikasi pada daun muda tumbuhan kemadu adalah *stinging trichome*, *capitate trichome*, *digitate trichome*, dan *peltate trichome*. Sedangkan trikoma yang teridentifikasi pada daun dewasa tumbuhan kemadu adalah *stinging trichome*, *conical trichome*, *capitate trichome*, dan *long narrow trichome*. Diantara trikoma tersebut yang termasuk trikoma nonglanduler yaitu *stinging trichome*, *conical trichome*, *digitate trichome*, dan *long narrow trichome*. Sedangkan yang termasuk trikoma glanduler yaitu *capitate trichome* dan *peltate trichome*;
3. Kerapatan trikoma pada permukaan adaksial lebih tinggi dari permukaan abaksial.

B. Saran

Saran dari peneliti untuk penelitian selanjutnya agar menghasilkan data yang lebih baik ke depan yaitu:

1. Proses pengambilan sampel dilakukan dengan hati-hati agar tidak melukai peneliti;
2. Proses pengujian sampel tidak boleh terlalu lama agar trikoma tidak rusak dan hancur khususnya trikoma pada daun dewasa yang trikomanya mudah patah;
3. Pemotongan preparat menggunakan *microtome* agar hasil irisan lebih baik dan jelas;
4. Persiapan tempat uji dan prosedur harus dikomunikasikan dengan baik agar mendapatkan hasil seperti yang diharapkan;
5. Penelitian lanjutan uji histokimia trikoma dapat dilakukan untuk mengetahui kandungan metabolitnya;
6. Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan pengamatan struktur trikoma menggunakan organ lain seperti batang tumbuhan kemadu.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilia, A. (2016). *Analisis Sebaran, Pertumbuhan, Perkembangan dan Histokimia Struktur Sekretori pada Tumbuhan Jawer Kotok (Coleus scutellarioides)*. Skripsi. Bogor: IPB.
- Ascensao L, Pais MS. (1998). The leaf capitate trichomes of *Leonotis leonorus*: histochemistry, ultrastructure and secretion. *Ann Bot-London*. 81: 263-271.
- Bahrtdt, H. (1849). *De pills plantarum*. Disertasi. Bonn
- Barber, D. A. and M. G. T. Shone. (1966). The absorption of silica from aqueous solution by plants. *Journal of Experimental Botany* 17 ; 569-578.
- Bergau N, Bennewitz S, Syrowatka F, Hause G, Tissier A. (2015). The development of type VI glandular trichomes in the cultivated tomato *Solanum lycopersicum* and a related wild species *S. habrochaites*. *BMC Plant Biol* 15: 289.
- Bickford CP. (2016). Ecophysiology of leaf trichomes. *Functional Plant Biology*. 43: 807–814.
- Bozolla, J. J. & Russel L D., (1999). *Electron Microscopy: Principles and Techniques for Biologists*. Jones & Bartlett Learning.
- Champagne A, Boutry M. (2013). Proteomics of nonmodel plant species. *Proteomics* 13: 663–673.
- Collier, H. O. J. and G. B. Cheshier. (1956). Identification of 5-hydroxytryptamine in the sting of the nettle *Urtica dioica*. *British Journal of Pharmacology* 11: 186-189.
- Dai X, Wang G, Yang DS, Tang Y, Broun P, Marks MD, Sumner LW, Dixon RA, Zhao PX. (2010). TrichOME: a comparative omics database for plant trichomes. *Plant Physiol* 152: 44–54.
- Dasti, A. A., T. Z. Bokhari., S. A. Malik., dan R. Akhtar. (2003). Epidermal morphology in some members of family Boraginaceae in baluchistan. *Asian Journal of Plant Sciences*. 2: 42-47.

- Dmitruk Marta, Elzbieta Weryszko-Chmielewska. (2010). Morphological Differentiation And Distribution Of Non-Glandular And Glandular Trichomes On *Dracocephalum moldavicum* L. Shoots. *Acta Agrobotanica*. 63 (1): 11–22.
- Dragendorf, J. G. (1905). Heilpflanzen. In F. Czapek. *Biochemie der Pflanzen*. Vol. 1. Pp. 1-828. Jena, G. Fischer.
- Eisner, T., M. Eisner, and E. R. Hoebeker. (1998). When defense backfires: Detrimental effect of a plant's protective trichomes on an insect beneficial to the plant. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 95 : 4410 – 4414.
- Enunelin, N. and W. Feldberg. 1947. The mechanism of the sting of the common nettle (*Urtica dioica*). *Journal of Physiology* 106: 440-445.
- Evilia Y, Ratnawati, (2018). Studi Keanekaragaman Struktur Dan Kepadatan Trikoma Glanduler Pada Beberapa Tanaman Obat. *Jurnal Prodi Biologi* 7 (5). Yogyakarta: UNY.
- Fahn A. (2000). Structure and function of secretory cells. In DL Hallahan, JC Gray, JA Callow, eds. *Plant Trichomes* 31.
- Fahn, A. (1991). *Anatomi Tumbuhan Edisi 3*. Penerjemah A. Soedianto, R. M. T. Koesoemaningrat, M. Natasaputra, H. Akmal. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Fridman E, Wang J, Iijima Y, Froehlich JE, Gang DR, Ohlrogge J, Pichersky E. (2005). Metabolic, genomic, and biochemical analyses of glandular trichomes from the wild tomato species *Lycopersicon hirsutum* identify a key enzyme in the biosynthesis of methylketones. *Plant Cell* 17: 1252–1267.
- Gibson, H. J. H. and A. Warham. (1890). Note on the stinging hairs of *Urtica dioica*. *Liverpool Biochemical Society Proceedings* 4: 91-94.
- Gilding Edward K., Sina Jami, Jennifer R Deuis, Mathilde R Israel. (2020). Neurotoxic peptides from the venom of the giant Australian stinging tree. *Science Advances*, 6 (38): 1-9.

- Glas JJ, Schimmel BC, Alba JM, Escobar-Bravo R, Schuurink RC, Kant MR. (2012). Plant glandular trichomes as targets for breeding or engineering of resistance to herbivores. *Int J Mol Sci* 13: 17077–17103
- Greinert , M. (1886) . *Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Anatomie. Verhältnisse der Loasaceen, mit besonderer Berücksichtigung der Behaarung.* Inaugural dissertation. Druck von C. Lehman, Freiberg, Germany.
- Guettard, M. (1745). Sur les corps glanduleux des plantes, leurs filets ou poils et les matieres qui fuient des uns ou des autres. *Mémoires de l'Académie*, 1745; 261-308.
- Gusnard, D. & Kirschner, R. H. (1977). Cell and organelle shrinkage during preparation for scanning electron microscopy: effects of fixation, dehydration and critical point drying". *Journal of microscopy*, 110(1). pp.51-57.
- Haberlandt, G. (1886). *Zur Anatomie und Physiologie der Pflanzlichen Brennhaare.* Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften, Wien 93: 122-145.
- Hattori, T., Inanaga, S., Araki, H., An, P., Morita, S., Luxová, M., (2005). Application of silicon enhanced drought tolerance in Sorghum bicolor. *Physiol. Plant.* 123, 459–466. doi: 10.1111/j.1399-3054.2005.00481.x
- Hidayat, E. B. (1995). *Anatomi Tumbuhan Berbiji.* Bandung. Institut Teknologi Bandung.
- Hooke, R. (1665). *Micrographie; or some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses with observations and inquiries thereupon.* London, John Martyn and James Allestry, Printers to the Royal Society. Original not available; Dover facsimile of the first edition, Dover Publishing Co., New York, New York.
- <https://www.gbif.org/species/4098563> diakses pada tanggal 9 Desember 2020 pukul 14.47 WIB.
- <https://earth.google.com> diakses pada 29 Juni 2021 pukul 21.00 WIB.
- Huang SS, Kirchoff BK, Liao JP. (2008). The capitate and peltate glandular trichomes of *Lavandula pinnata* L.

- (Lamiaceae): histochemistry, ultrastructure, and secretion. *J Torrey Bot Soc.* 135: 155-167.
- Hulskamp , M. (2004). Plant trichomes: A model for cell differentiation. *Nature Reviews. Molecular Cell Biology.* 5 : 471 – 480.
- Iwamoto, M., C. Horikawa, M. Shikata, N. Wasaka, T. Kato, and H. Sato. (2014). Stinging hairs on the Japanese nettle *Urtica thunbergiana* have a defensive function against mammalian but not insect herbivores. *Ecological Research.* 29: 455–462.
- Kallen, F. (1882). Verhalten des protoplasma In den Geweben von *Urtica urens* entwicklungsgeschichtlich dargestellt. *Flora* 65; 81-92.
- Kang JH, Shi F, Jones AD, Marks MD, Howe GA. (2010). Distortion of trichome morphology by the hairless mutation of tomato affects leaf surface chemistry. *J Exp Bot* 61: 1053–1064.
- Korn, C. (1944). *Tiber der Vernarbung der Brennhaare von Urtica dolica*. Dissertation, (riessen).
- Kroumova AB, Wagner GJ. (2003). Different elongation pathways in the biosynthesis of acyl groups of trichome exudate sugar esters from various solanaceous plants. *Planta* 216: 1013–1021
- Kuster, E. (1903). *Pathologische Pflanzenanatomie*. 1 Auf, Jena, Gustav Fisher.
- Kuster-Winkelmann G. (1914). *Das Haarkleid der Loasaceen*. Ph.D. dissertation, Friedrich-Alexander-Universität, Erlangen, Germany.
- Lange BM, Ahkami A. (2013). Metabolic engineering of plant monoterpenes, sesquiterpenes and diterpenes: current status and future opportunities. *Plant Biotechnol J* 11: 169–196
- Law, C., and Exley, C. (2011). New insight into silica deposition in horsetail (*Equisetum arvense*). *BMC Plant Biol.* 11:112. doi: 10.1186/1471-2229-11-112.
- Liu X, Bartholomew E, Cai Y, Ren H. (2016). Trichome-related mutants provide a new perspective on multicellular

- trichome initiation and development in cucumber (*Cucumis sativus* L). *Front Plant Sci* 7: 1187.
- Liu, P., Yin, L., Wang, S., Zhang, M., Deng, X., Zhang, S. (2015). Enhanced root hydraulic conductance by aquaporin regulation accounts for silicon alleviated salt-induced osmotic stress in *Sorghum bicolor* L. *Environ. Exp. Bot.* 111, 42–51. doi: 10.1016/j.envexpbot.2014.10.006
- Luyckx Marle, Jean- Francois Hausman, Stanley Lutts, Gea Guerierro. (2017). Silicon and Plants: Current Knowledge and Technological Perspective. *Frontiers in Plant Series*. Vol 8. doi: 10.3389/fpls.2017.00411
- MacFarlane, W. V. (1963). The stinging properties of *Laportea*. *Economic Botany*. 17: 303–311.
- Mahlberg P G and Kim E S. (2004). Accumulation of cannabinoids in glandular trichomes of *Cannabis* (Cannabaceae). *J. Indust. Hemp*. 9, 15-36.
- Marty, F. (1968). Infrastructures des organes secreteurs de la feuille d'*Urtica urens*. *Comptes Rendus Academie Science Paris* 266: 1712-1714.
- Matías-Hernández L, Aguilar-Jaramillo AE, Cigliano RA, Sanseverino W, Pelaz S. (2016). Flowering and trichome development share hormonal and transcription factor regulation. *J Exp Bot* 67: 1209–1219.
- Meyen, F. J. F. (1837). *Ueber Die Secretions-Organer der Pflanzen*, Berlin, F. H. Morln.
- Meyen, F. J. F. (1837). *Ueber Die Secretions-Organer der Pflanzen*, Berlin, F. H. Morln.
- Mustafa, A., H. J. Ensikat, and M. Weigend. (2017). Ontogeny and the process of biomineralization in the trichomes of Loasaceae. *American Journal of Botany*. 104: 367–378.
- Navarro,T., & El Oualidi, J. (1999). Trichome morphology in *Teucrium* L. (Labiatae). A taxonomic review. *Annals of the Botanical Garden of Madrid*. 57(2), 277–297.
- Nelson, A. (1951). *Medical Botany*. Edinburgh, E. and S. Livingston.

- Palla, E. (1906). Über Zellhautbildung Kernloser Plasmateile. *Berichte Deutsche Botanische Gesellschaft* 24: 408-414.
- Pattanaik S, Patra B, Singh SK, Yuan L. (2014). An overview of the gene regulatory network controlling trichome development in the model plant, *Arabidopsis*. *Front Plant Sci* 5: 259.
- Payne, W. W. (1978). A glossary of plant trichome terminology. *Brittonia*. 30 : 239 – 255.
- Pilgrim, R. L. C. (1959). Some properties of the sting of the New Zealand nettle (*Urtica ferox*). *Royal Society, London Proceedings* 151: 48-56.
- Rahman M, Mukhlesur KA, Haque M, Ekramul, Rahman MM. (2008). Antimicrobial and cytotoxic activities of *Laportea crenulata*. *Filoterapia* 79(7-8): 584-586.
- Rauter, J. (1872). Zur Entwicklungsgeschichte einiger Trichomgebilde. *Denkschriften der Akademie der Wissenschaften* 31: 2-49.
- Reis, C.; Sajo, M.G.; Stehmann, J.R. (2002). Leaf structure and taxonomy of *Petunia* and *Calibrachoa*(Solanaceae). *Braz. Arch. Biol. Technol.* 45 59–66.
- Schacht, H. (1856). *Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse*. Berlin, G. W. P. Muller.
- Schwab B, Folkers U, Ilgenfritz H, Hulskamp M. (2000). Trichome morphogenesis in *Arabidopsis*. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 355: 879–883
- Shen, X., Zhou, Y., Duan, L., Li, Z., Eneji, A. E., and Li, J. (2010). Silicon effects on photosynthesis and antioxidant parameters of soybean seedlings under drought and ultraviolet-B radiation. *J. Plant Physiol.* 167, 1248–1252. doi: 10.1016/j.jplph.2010.04.011.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sumardi, I. (1993). *Struktur dan Perkembangan Tumbuhan*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada
- Sutrian, Y. (1992). *Pengantar Anatomi Tumbuh-Tumbuhan*. Jakarta: Rineka Cipta.

- Talebi S.M., Shayestehfar A.R. (2014). Intraspecific trichomes variations in *Acinos graveolens* (M.B.) Link. *Annals of Biological Sciences*, 2(2): 51–57.
- Thurston, E. L., and N. R. Lersten. (1969). The morphology and toxicology of plant stinging hairs. *Botanical Review*. 35: 393–412.
- Tissier, A. (2012). Glandular trichomes: what comes after expressed sequence tags?. *Plant J* 70: 51–68.
- Tjitrosoepomo, Gembong. (1985). *Morfologi Tumbuhan*. Yogyakarta. UGM Press.
- Tschermak-Woess, E. and G. Hasitschka. (1954). Über die endomitotische polyploidisierung im Zuge der differenzierung von trichomen und Trichozyten bei *Angiospermen*. *Osterreichische Botanische Zeitschrift* 101: 79-117.
- Udl'wiah, B. (2015). *Struktur Dan Distribusi Trikoma Tumbuhan Marga Nymphaea di Kediri*. Artikel Skripsi. UN PGRI Kediri: Kediri.
- Wagner, G. J., E. Wang, and R. W. Shepherd. (2004). New approaches for studying and exploiting an old protuberance, the plant trichome. *Annals of Botany*. 93: 3–11.
- Wagner, GJ. (1991). Secreting glandular trichomes: more than just hairs. *Plant Physiol* 96: 675–679.
- Weiss, A. (1867). Die Pflanzenhaare. In H. Karsten, ed. *Botanische untersuchungen aus dem physiologischen laboratorlum der landwirthschaftllchen lehranstalt in Berlin* 1: 369-677.
- Werker , E. (2000). Trichome diversity and development. *Advances in Botanical Research* 31 : 1 – 35.
- Werker E. 2005. Trichome diversity and development in plant trichomes. *Advances in Botanical Research*. 31.
- Wiesner, J. (1906). *Anatomie und Physiologie der Pflanzen*. Wien, Alfred Holder.
- Wintemitz, R. (1907). Einlge Bemerkungen uber *Urticaria arteticialis*. *Archiv fur Syphilis und Dermatologie* 85: 263-270.

- Xiang C L, Dong Z H, Peng H, and Liu Z W. (2010). Trichome micromorphology of the east asiatic genus *Chelonopsis* (Lamiaceae) and its systematic implications. *Flora*. 205, 434–441.
- Yanhong Guo, Tengxun Zhang, Jian Zhong, Tingting Ba, Ting Xu, Qixiang Zhang, dan Ming Sun. (2020). Identification of the Volatile Compounds and Observation of the Glandular Trichomes in *Opisthopappus taihangensis* and Four Species of *Chrysanthemum*. *Plants*. 9. 855.
- Zhu, Y., and Gong, H. (2014). Beneficial effects of silicon on salt and drought tolerance in plants. *Agron. Sustain. Dev.* 34, 455–472. doi: 10.1007/s13593-013- 0194-1.

LAMPIRAN



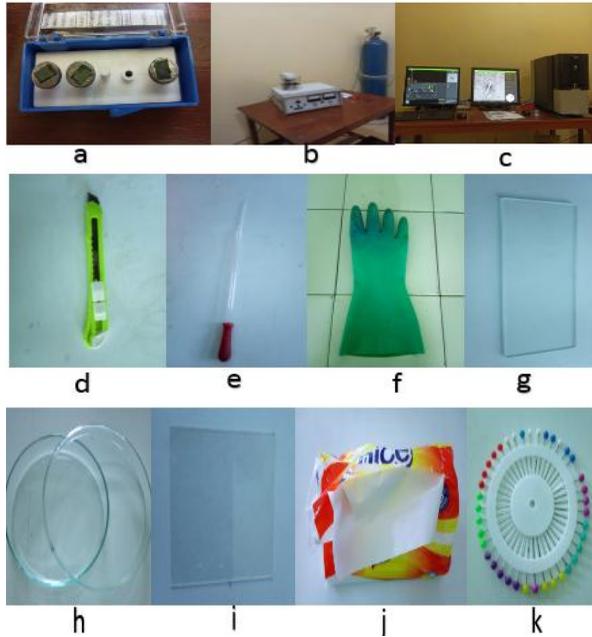
Lampiran 1. Perizinan ke BKSDA Jateng.

- a. Mengurus simaksi, b. Memilih lokasi penelitian,
c. pengambilan sampel

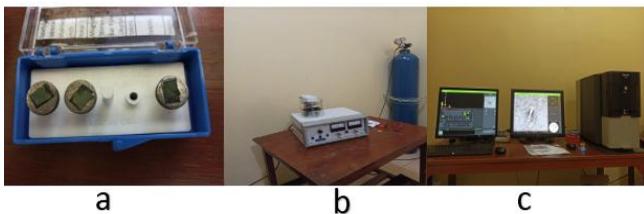


Lampiran 2. Pengukuran lingkungan area penelitian.

- a. ketinggian tempat, b. suhu, c. intensitas cahaya,
d. pH tanah



Lampiran 3. Alat penelitian. a. mikroskop cahaya,
 b. optilab, c. mikroskop binokuler, d. cutter, e. pipet,
 f. sarung tangan, g. kaca objek, h. cawan petri, i. kaca penutup,
 j. *tissue* k. jarum pentul



Lampiran 4. Proses SEM. a. preparasi sampel, b. coating,
 c. pengamatan.

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Ami Nurohmah
2. Tempat Tanggal Lahir : Purbalingga, 7 Mei 2000
3. Alamat rumah : Kembangan RT 002/ RW 009
Kecamatan Bukateja
Kabupaten Purbalingga
4. No. Hp : 085602623043
5. Email : aminurohmah75@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. MI Ma'arif NU 01 Kembangan
 - b. MTs Ma'arif Minhajut Tholabah
 - c. MA Minhajut Tholabah

C. Prestasi Akademik

1. Honorable Mention Bidang Biologi pada Olimpiade Sains dan Karya Inovasi Perguruan Tinggi Keagamaan Islam (OSKI-PTKI) Tingkat Nasional tahun 2019
2. Juara 1 Lomba Teknologi Tepat Guna (TTG) pada Bio Festival HMJ UIN Walisongo Semarang tahun 2017