

**EFEKTIVITAS HERBISIDA NABATI BERBAHAN AKTIF FENOL DAN
SAPONIN DALAM MENGENDALIKAN GULMA PADA PERTANAMAN
TEBU (*Saccharum officinarum* L.) LAHAN KERING**

(Tesis)

Oleh

**TYAS DWI CHINTYA
NPM 2024011014**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER AGRONOMI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

**EFEKTIVITAS HERBISIDA NABATI BERBAHAN AKTIF FENOL DAN
SAPONIN DALAM MENGENDALIKAN GULMA PADA PERTANAMAN
TEBU (*Saccharum officinarum* L.) LAHAN KERING**

Oleh

TYAS DWI CHINTYA

Tesis

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
MAGISTER PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Magister Agronomi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER AGRONOMI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

EFEKTIVITAS HERBISIDA NABATI BERBAHAN AKTIF FENOL DAN SAPONIN DALAM MENGENDALIKAN GULMA PADA PERTANAMAN TEBU (*Saccharum officinarum* L.) LAHAN KERING

Oleh

TYAS DWI CHINTYA

Gulma menimbulkan kerugian, baik karena dapat menurunkan jumlah produksi maupun menurunkan kualitas produksi tebu. Salah satu alternatif pengendalian gulma yang dapat dilakukan yaitu menggunakan herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin dalam mengendalikan gulma pada pertanaman tebu, menentukan dosis herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin yang efektif untuk mengendalikan gulma pada pertanaman tebu, dan mengetahui pengaruh herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin terhadap tanaman tebu.

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Gunung Madu Plantations (GMP) Lampung Tengah, pada bulan Mei – Agustus 2022. Penelitian terdiri dari 2 percobaan yaitu 1) uji dosis herbisida nabati di rumah kaca, 2) efikasi herbisida nabati pada budidaya tanaman tebu. Percobaan di rumah kaca menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 4 ulangan. Perlakuan yang digunakan yaitu kontrol (P0), dosis herbisida nabati 5 l/ha (P1), 7,5 l/ha (P2), 10 l/ha (P3), dan 12,5 l/ha (P4). Percobaan pascatumbuh di lahan menggunakan perlakuan yang sama ditambah dengan penyiangan manual (P5) dan tanpa perlakuan apapun (P6).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa: (1) herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada dosis 5 l/ha sampai 12,5 l/ha mampu menghambat pertumbuhan tinggi, panjang akar, bobot kering dan terlihat dari penurunan laju konduktansi stomata, laju transpirasi dan laju asimilasi CO₂ gulma *D. ciliaris*, *R. brasiliensis*, *P. clematidea*, *C.rutidosperma*, *C. rotundus*, (2) herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin bersifat kontak sehingga pada dosis 5 l/ha sampai 12,5 l/ha efektif mengendalikan gulma pertanaman tebu hingga 8 MSA, sedangkan pada dosis 10 l/ha dan 12,5 l/ha mampu mengendalikan gulma hingga

12 MSA (3) perlakuan herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada dosis 5 l/ha sampai 10 l/ha menunjukkan adanya keracunan ringan pada tanaman tebu sedangkan pada dosis 12,5 l/ha menunjukkan adanya keracunan sedang.

Kata kunci : fenol, gulma, herbisida nabati, saponin, tebu.

ABSTRACT

THE EFFECTIVENESS OF PLANT DERIVED HERBICIDE WITH ACTIVE INGREDIENTS OF PHENOL AND SAPONINS IN CONTROLLING WEEDS IN SUGARCANE PLANTATIONS

By

TYAS DWI CHINTYA

Weeds cause losses because they can reduce the amount of production and reduce the quality of sugarcane production. One alternative weed control that can be done is using plant derived herbicides with active ingredients of phenol and saponins. The aims of this study were to determine the effect of plant derived herbicides with active ingredients of phenol and saponins in controlling weeds in sugarcane plantations, determine the effective dose of plant derived herbicides with active ingredients of phenol and saponins to control weeds in dry land sugarcane cultivation, and determine the effect of plant derived herbicides with active ingredients of phenol and saponins on crops. sugarcane. This research was conducted at PT. Gunung Madu Plantations (GMP), May – August 2022. The study consisted of 2 experiments, 1) plant derived herbicide dose test in a greenhouse, 2) plant derived herbicide efficacy in sugarcane plantations. The experiment was carried out in a greenhouse using a Completely Randomized Block Design with 4 replications. The treatments used were control (P0), plant derived herbicide doses of 5 l/ha (P1), 7,5 l/ha (P2), 10 l/ha (P3), and 12,5 l/ha (P4). The post growth experiment in the field used the same treatment plus manual weeding (P5) and without weed control (P6). The results of this study showed that: (1) plant derived herbicides with active ingredients of phenol and saponins at doses of 5 l/ha to 12,5 l/ha were able to inhibit growth in height, dry weight and decrease in rate of stomatal conduction, CO₂ assimilation and transpiration of weed *D. ciliaris*, *R. brasiliensis*, *P. clematidea*, *C. rutidosperma*, *C. rotundus*, (2) plant derived herbicides with active ingredients phenol and saponins are contact so that effective in controlling sugarcane weeds up to 8 MSA, (3) plant derived herbicides with active phenol and saponins on doses of 5 l/ha to 10 l/ha indicated mild poisoning in sugarcane, while at a dose of 12,5 l/ha indicated moderate crop fitotoxicity.

Key words : phenol, plant derived herbicides, saponin, sugarcane, weeds.

Judul Tesis

**: EFEKTIVITAS HERBISIDA NABATI
BERBAHAN AKTIF FENOL DAN SAPONIN
DALAM MENGENDALIKAN GULMA PADA
PERTANAMAN TEBU (*Saccharum officinarum*
L.) LAHAN KERING**

Nama Mahasiswa : **Tyas Dwi Chintya**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2024011014

Program Studi : Magister Agronomi

Fakultas : Pertanian



Dr. Hidayat Pujiswanto, S.P., M.P
NIP. 19751217 200501 1004

Dr. Ir. Agus Karyanto, M.Sc.
NIP. 19610820 198603 1 002

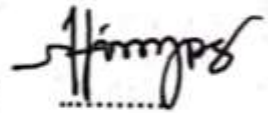
2. Ketua Program Studi Magister Agronomi

Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc.
NIP. 19610803 198603 2 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Pembimbing Utama : Dr. Hidayat Pujisiswanto, S.P., M.P



Anggota Pembimbing : Dr. Ir. Agus Karyanto, M.Sc.



Penguji I
Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Nanik Sriyani, M.Sc.



Penguji II
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 19611020 198603 1 002



3. Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung



Prof. Dr. Ir. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T.
NIP 19710415 199803 1 005



Tanggal Lulus Ujian Tesis: 6 Februari 2023

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tesis dengan judul “Efektivitas Herbisida Nabati Berbahan Aktif Fenol dan Saponin dalam Mengendalikan Gulma pada Pertanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Lahan Kering” adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atas karya penulisan lain dengan cara tidak sesuai dengan norma etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Pembimbing penulisan tesis ini berhak mempublikasikan sebagian atau seluruh tesis ini pada jurnal ilmiah dengan mencantumkan nama saya sebagai salah satu penulisnya.
3. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya, dan saya bersedia dan sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 6 Februari 2023
Pembuat pernyataan,




Tyas Dwi Chintya
NPM 2024011014

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, pada tanggal 30 November 1996. Penulis merupakan anak kedua dari pasangan Bapak Aditya Permana Putra, dan Ibu Lindriany Unly. Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-Kanak di TK Pertiwi Bandar Lampung pada tahun 2001, Sekolah Dasar (SD) di SD Negeri 5 Talang pada tahun 2008, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 3 Bandar Lampung pada tahun 2011, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 4 Bandar Lampung pada tahun 2014.

Pada tahun 2014 penulis melanjutkan studi Diploma IV di Jurusan Budidaya Tanaman Perkebunan Program Studi Produksi dan Manajemen Industri Perkebunan Politeknik Negeri Lampung melalui jalur Seleksi Penelusuran Minat Kemampuan Akademik dan Bakat (PMKAB) dan berhasil mendapatkan gelar Sarjana Terapan Pertanian pada 6 September 2019. Pada tahun 2020 penulis melanjutkan studi Pascasarjana Magister Agronomi di Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Dengan rasa syukur kepada Allah SWT

*Kupersembahkan karya ku ini sebagai bentuk rasa bakti,
tanggung jawab, dan terima kasihku*

kepada:

*Orang tua dan kakakku tercinta yang selalu memberikan
doa, dukungan, cinta dan kasih sayang selama hidupku.*

*Orang terdekatku, sahabat, dan teman-teman yang telah
memberikan dukungan dan semangat
dalam menemaniku langkahku.*

*Serta Almamater yang kubanggakan
Universitas Lampung*

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah SWT telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul **“Efektivitas Herbisida Nabati Berbahan Aktif Fenol dan Saponin dalam Mengendalikan Gulma Pada Pertanaman Tebu (*Saccharum officinarum L.*) Lahan Kering”**. Melalui tulisan ini Penulis menyampaikan terimakasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T., selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung.
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Yusnita., M. Sc., selaku Pembimbing Akademik, dan Ketua Program Studi Pascasarjana Magister Agronomi atas dukungan, ilmu, nasihat, arahan, kritik, dan saran yang telah diberikan kepada Penulis.
5. Bapak Dr. Hidayat Pujiswanto, SP., M.P., selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan ide penelitian, bimbingan, ilmu, arahan, nasihat, kritik dan saran, serta motivasi yang diberikan kepada penulis selama penelitian dan penyusunan tesis.
6. Bapak Dr. Ir. Agus Karyanto, M.Sc., selaku dosen pembimbing kedua yang telah membimbing, memberikan dukungan, ilmu, kritik, saran, arahan, dan motivasi kepada Penulis.
7. Ibu Prof. Dr. Ir. Nanik Sriyani, M.Sc., selaku dosen pembahas yang telah memberikan dukungan, ilmu, pengalaman, arahan, kritik, saran, dan motivasi kepada Penulis.
8. Bapak Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S., selaku dosen pembahas atas dukungan, ilmu, nasihat, arahan, kritik, dan saran yang telah diberikan kepada Penulis.

9. Seluruh dosen Program Studi Pascasarjana Magister Agronomi atas ilmu dan pengalaman yang telah diberikan selama Penulis menempuh Pendidikan di Universitas Lampung.
10. Kedua orang tua tercinta, Bapak Aditya Permana Putra, Ibu Lindriani Unly, nenek Lely Untung, dan Kakak Gaby Chintya, S.P., M.P., yang selalu menemani, memberikan doa, semangat, motivasi, cinta dan kasih sayang, serta dukungan moril dan material kepada penulis.
11. Bapak Budi, Bapak Tasa, Mas Alip, Bapak Ucok, Bapak Robul, Bapak Woko dan Mas Masno yang telah membantu Penulis selama melaksanakan penelitian di PT. Gunung Madu Plantations.
12. Teman-teman seperjuangan Pascasarjana Universitas Lampung, Fermata Unjunan Sari, S.P., M.P., Siti Munawaroh, S.P., M.P., Emi Yunida, S.P., M.P., Forensy Galenica, S.P., M.P., Negrita Rizki Anggraini, S.P., Mittha Doveranti, S. Tr. P., dan Ria Rizky Lestari, S.P., yang telah saling memberikan dukungan dan semangat selama perkuliahan.
13. Teman terdekat Penulis, Nisfu Wanora, S.P., Indah Fitriana, S. Pd., Anita Wulandari S.E., Aisyah Azis, S.E., Tia Thalia, S. Tr. P., Suhesty Handayani, S. Tr. P., Nia Thasmia, S. Tr. P., dan Maulina Amanda Bella, S. Pd., yang telah menemani, memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.
14. Teman-teman seperjuangan Gunung Madu, Dwi, Rosa, Octa, Denada, Lidya, David, Aryan, Imron, Adi, Kelvin, Ella, Shiva dan pak Yusuf yang telah menemani, memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.
15. Teman-teman Magister Agronomi 2020 atas kebersamaan dan kekeluargaan yang terjalin selama perkuliahan.

Bandar Lampung, 6 Februari 2023
Penulis,

Tyas Dwi Chintya
NPM 2024011014

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan) tetaplah bekerja keras (untuk urusan yanglain) dan hanya kepada Tuhanmu engkau berharap”

(Q.S. Al-Insyiah : 6-8)

“Semangatlah dalam hal yang bermanfaat untukmu, minta tolonglah kepada Allah, dan jangan malas (patah semangat)”

(HR. Muslim no.2664)

“Don’t let your dream just a dream, take it to your real life and make it happen”

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xx
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Kerangka Pemikiran	5
1.5 Hipotesis	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Tanaman Tebu (<i>Saccharum officinarum</i> L.)	10
2.1.1 Deskripsi tanaman tebu	10
2.1.2 Syarat tumbuh tanaman tebu	12
2.1.3 Kriteria kesesuaian lahan tebu	12
2.2 Periode Kritis Kompetisi pada Pertanaman Tebu	15
2.3 Gulma Dominan pada Tanaman Tebu.....	17
2.4 Pengendalian Gulma Tanaman Tebu	18
2.5 Herbisida Nabati.....	19
2.6 Senyawa Fenol	21
2.7 Senyawa Saponin	23
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	26
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	26
3.2 Alat dan Bahan	26
3.3 Tahapan Penelitian	27
3.3.1 Uji formulasi dan dosis herbisida nabati pascatumbuh di rumah kaca	27

3.3.2 Efikasi herbisida nabati pascatumbuh terhadap gulma umum pada budidaya tanaman tebu tebu	31
3.4 Analisis Data	35
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1 Uji Formulasi dan Dosis Herbisida nabati Pascatumbuh di Rumah Kaca	36
4.1.1 Tinggi tajuk gulma	36
4.1.2 Persentase keracunan gulma	44
4.1.3 Laju aktivitas fotosintesis gulma.....	50
4.1.3.1 Laju konduktansi stomata <i>D. ciliaris</i> , <i>R. brasiliensis</i> , <i>P. clematidea</i> , <i>C. rutidosperma</i> , <i>C. rotundus</i> akibat aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	50
4.1.3.2 Laju asimilasi karbon <i>D. ciliaris</i> , <i>R. brasiliensis</i> , <i>P. clematidea</i> , <i>C. rutidosperma</i> , <i>C. rotundus</i> akibat aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	53
4.1.3.3 Laju transpirasi <i>D. ciliaris</i> , <i>R. brasiliensis</i> , <i>P. clematidea</i> , <i>C. rutidosperma</i> , <i>C. rotundus</i> akibat aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	55
4.1.4 Pengaruh herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin terhadap panjang akar gulma	57
4.1.5 Pengaruh herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin terhadap bobot kering gulma.....	62
4.2 Efikasi Herbisida Nabati Pascatumbuh di Pertanaman Tebu.....	64
4.2.1 Pengamatan gulma	64
4.2.1.1 Gulma dominan	64
4.2.1.2 Persen penutupan gulma.....	66
4.2.1.3 Persen penekanan gulma	68
4.2.1.4 Bobot kering gulma total	70
4.2.2 Pengamatan tebu	71
4.2.2.1 Fitotoksisitas tanaman tebu	71
4.2.2.2 Pengaruh herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin terhadap tinggi tebu	73
4.2.2.3 Pengaruh herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin terhadap diameter tebu	75
4.2.2.4 Pengaruh herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin terhadap jumlah anakan.....	76
V. KESIMPULAN DAN SARAN	78
5.1 Kesimpulan.....	78
5.2 Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN.....	87
Tabel 10-57	88

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kriteria kesesuaian tanaman tebu	14
2. Perlakuan herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada lahan tebu.....	27
3. Hasil rekapitulasi analisis ragam variabel pengamatan tinggi tajuk gulma <i>D. ciliaris</i> , <i>R. brasiliensis</i> , <i>P. clematidea</i> , <i>C. rutidosperma</i> , dan <i>C. rotundus</i> pada 4, 8 dan 12 HSA.	36
4. Summed Dominance Ratio (SDR) gulma sebelum aplikasi herbisida nabati	65
5. Summed Dominance Ratio (SDR) gulma setelah aplikasi herbisida nabati	65
6. Pengaruh herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada persen penutupan gulma	67
7. Pengaruh herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada bobot kering gulma total	70
8. Pengaruh herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin terhadap tinggi tebu.....	74
9. Pengaruh herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin terhadap diameter tebu	75
10. Pengaruh herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin terhadap jumlah anakan.....	76
11. Data pertumbuhan tinggi gulma <i>Digitaria ciliaris</i> pada pengaplikasian herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	88
12. Hasil analisis ragam pertumbuhan tinggi gulma <i>Digitaria ciliaris</i> pada pengaplikasian herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	88

13. Data pertumbuhan tinggi gulma <i>Richardia brasiliensis</i> pada pengaplikasian herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin.....	89
14. Hasil analisis ragam pertumbuhan tinggi gulma <i>Richardia brasiliensis</i> pada pengaplikasian herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin .	89
15. Data pertumbuhan tinggi gulma <i>Praxelis clematidea</i> pada pengaplikasian herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin.....	90
16. Hasil analisis ragam pertumbuhan tinggi gulma <i>Praxelis clematidea</i> pada pengaplikasian herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin .	90
17. Data pertumbuhan tinggi gulma <i>Cleome rutidosperma</i> pada pengaplikasian herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin.....	91
18. Hasil analisis ragam pertumbuhan tinggi gulma <i>Cleome rutidosperma</i> pada pengaplikasian herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin .	91
19. Data pertumbuhan tinggi gulma <i>Cyperus rotundus</i> pada pengaplikasian herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin.....	92
20. Hasil analisis ragam pertumbuhan tinggi gulma <i>Cyperus rotundus</i> pada pengaplikasian herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin .	92
21. Laju konduktansi stomata <i>Digitaria ciliaris</i> akibat aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin.....	93
22. Laju konduktansi stomata <i>Richardia brasiliensis</i> akibat aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin.....	93
23. Laju konduktansi stomata <i>Praxelis clematidea</i> akibat aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin.....	94
24. Laju konduktansi stomata <i>Cleome rutidosperma</i> akibat aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin.....	94
25. Laju konduktansi stomata <i>Cyperus rotundus</i> akibat aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin.....	95
26. Laju asimilasi karbon <i>Digitaria ciliaris</i> akibat aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin.....	95
27. Laju asimilasi karbon <i>Richardia brasiliensis</i> akibat aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin.....	96
28. Laju asimilasi karbon <i>Praxelis clematidea</i> akibat aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin.....	96

29. Laju asimilasi karbon <i>Cleome rutidosperma</i> akibat aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	97
30. Laju asimilasi karbon <i>Cyperus rotundus</i> akibat aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	97
31. Laju transpirasi gulma <i>Digitaria ciliaris</i> akibat aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	98
32. Laju transpirasi gulma <i>Richardia brasiliensis</i> akibat aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	98
33. Laju transpirasi gulma <i>Praxelis clematidea</i> akibat aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	99
34. Laju transpirasi gulma <i>Cleome rutidosperma</i> akibat aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	99
35. Laju transpirasi gulma <i>Cyperus rotundus</i> akibat aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	100
36. Persen keracunan gulma <i>Digitaria ciliaris</i> akibat aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	100
37. Persen keracunan gulma <i>Richardia brasiliensis</i> akibat aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	100
38. Persen keracunan gulma <i>Praxelis clematidea</i> akibat aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	101
39. Persen keracunan gulma <i>Cleome rutidosperma</i> akibat aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	101
40. Persen keracunan gulma <i>Cyperus rotundus</i> akibat aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	101
41. Data panjang akar gulma terhadap aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada 2 MSA	102
42. Hasil analisis ragam panjang akar gulma terhadap aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada 2 MSA	103
43. Data bobot kering gulma terhadap aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada 2 MSA	104
44. Hasil analisis ragam bobot kering gulma terhadap aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada 2 MSA	105

45. Data persen penutupan gulma terhadap aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	106
46. Hasil analisis ragam persen penutupan gulma terhadap aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	106
47. Data persen penekanan gulma terhadap aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	107
48. Hasil analisis ragam persen penekanan gulma terhadap aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	107
49. Data bobot kering gulma terhadap aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	108
50. Data fitotoksisitas tanaman tebu akibat aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	108
51. Hasil analisis ragam fitotoksisitas tanaman tebu akibat aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	109
52. Data tinggi tanaman tebu terhadap aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	109
53. Hasil analisis ragam tinggi tanaman tebu terhadap aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	110
54. Data diameter batang tanaman tebu terhadap aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	110
55. Hasil analisis ragam diameter batang tanaman tebu terhadap aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	111
56. Data jumlah anakan tanaman tebu terhadap aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	111
57. Hasil analisis ragam jumlah anakan tanaman tebu terhadap aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	112

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema bagan kerangka pemikiran.....	9
2. Periode kritis kompetisi tanaman dengan gulma.....	16
3. Struktur senyawa fenol.....	21
4. Struktur senyawa saponin.....	24
5. Tata letak percobaan pot di rumah kaca.....	28
6. Tata letak percobaan perlakuan herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada lahan tebu	29
7. Grafik laju pertumbuhan tinggi tajuk gulma <i>D. ciliaris</i> akibat pengaplikasian herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada pengamatan 4, 8 dan 12 HSA	37
8. Pengaruh herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin terhadap tinggi tajuk <i>D. ciliaris</i> 4, 8, dan 12 HSA.....	38
9. Grafik laju pertumbuhan tinggi tajuk gulma <i>R. brasiliensis</i> akibat pengaplikasian herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada pengamatan 4, 8 dan 12 HSA.	39
10. Pengaruh herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin terhadap tinggi tajuk <i>R. brasiliensis</i> 4, 8, dan 12 HSA.....	39
11. Grafik laju pertumbuhan Tinggi tajuk gulma <i>P. clematidea</i> akibat pengaplikasian herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada pengamatan 4, 8 dan 12 HSA.	40
12. Pengaruh herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin terhadap tinggi tajuk <i>P. clematidea</i> 4, 8, dan 12 HSA.....	41

13. Grafik laju pertumbuhan tinggi tajuk gulma <i>C. rutidosperma</i> akibat pengaplikasian herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada pengamatan 4, 8 dan 12 HSA.....	42
14. Pengaruh herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin terhadap tinggi tajuk <i>C. rutidosperma</i> 4, 8, dan 12 HSA.....	42
15. Grafik laju pertumbuhan tinggi tajuk gulma <i>C. rotundus</i> akibat pengaplikasian herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada pengamatan 4, 8 dan 12 HSA.....	43
16. Pengaruh herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin terhadap tinggi tajuk <i>C. rotundus</i> 4, 8, dan 12 HSA	44
17. Persentase keracunan gulma <i>D. ciliaris</i> akibat pengaplikasian herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada pengamatan 4, 8 dan 12 HSA.....	43
18. Persentase keracunan gulma <i>R. brasiliensis</i> akibat pengaplikasian herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada pengamatan 4, 8 dan 12 HSA.....	45
19. Persentase keracunan gulma <i>P. clematidea</i> akibat pengaplikasian herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada pengamatan 4, 8 dan 12 HSA.....	47
20. Persentase keracunan gulma <i>C. rutidosperma</i> akibat pengaplikasian herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada pengamatan 4, 8 dan 12 HSA.....	48
21. Persentase keracunan gulma <i>C. rotundus</i> akibat pengaplikasian herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada pengamatan 4, 8 dan 12 HSA.....	49
22. Laju konduktansi stomata <i>D. ciliaris</i> , <i>R. brasiliensis</i> , <i>P. clematidea</i> , <i>C. rutidosperma</i> , <i>C. rotundus</i> akibat aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	52
23. Laju asimilasi karbon <i>D. ciliaris</i> , <i>R. brasiliensis</i> , <i>P. clematidea</i> , <i>C. rutidosperma</i> , <i>C. rotundus</i> akibat aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	54
24. Laju transpirasi <i>D. ciliaris</i> , <i>R. brasiliensis</i> , <i>P. clematidea</i> , <i>C. rutidosperma</i> , <i>C. rotundus</i> akibat aplikasi herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin	56

25. Panjang akar gulma <i>D. ciliaris</i> , <i>R. brasiliensis</i> , <i>P. clematidea</i> , <i>C. rutidosperma</i> , <i>C. rotundus</i> pada berbagai dosis herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada 2 MSA	58
26. Panjang akar <i>D. ciliaris</i> pada berbagai dosis herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada 2 MSA.	59
27. Panjang akar <i>R. brasiliensis</i> pada berbagai dosis herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada 2 MSA.	59
28. Panjang akar <i>P. clematidea</i> pada berbagai dosis herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada 2 MSA.	60
29. Panjang akar <i>C. rutidosperma</i> pada berbagai dosis herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada 2 MSA	61
30. Panjang akar <i>C. rotundus</i> pada berbagai dosis herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada 2 MSA.	61
31. Pengaruh herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin terhadap bobot kering gulma <i>D. ciliaris</i> , <i>R. brasiliensis</i> , <i>P. clematidea</i> , <i>C. rutidosperma</i> dan <i>C. rotundus</i>	63
32. Pengaruh herbisida nabati terhadap persen penekanan gulma.....	69
33. Grafik tingkat skoring toksisitas pada tanaman tebu	72
34. Perbandingan pertumbuhan gulma pada setiap petak perlakuan pada 12 MSA.....	113

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan tanaman perkebunan penghasil gula. Tanaman tebu adalah suatu komoditi perkebunan yang mempunyai nilai ekonomis tinggi. Produktivitas tanaman ini dipengaruhi iklim, jenis tanah, pengairan, jarak tanam, varietas dan organisme penyebab penyakit. Permintaan tebu sebagai bahan baku gula pasir semakin meningkat. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2020, produksi gula kristal putih (GKP) turun 4,65% dibandingkan tahun 2019. Produksinya turun dari 2,23 juta ton pada tahun 2019 menjadi hanya 2,12 juta ton pada 2020 (BPS, 2020).

Memenuhi kebutuhan masyarakat akan produk gula pasir, maka peningkatan produksi tebu perlu dilakukan dan semua permasalahan dalam usaha budidaya tebu dapat diatasi, termasuk di dalamnya tindakan pengendalian terhadap gulma sebagai jasad pengganggu yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman tebu. Kemajuan pertanian secara langsung ataupun tidak langsung dapat memacu pertumbuhan gulma, seperti penanaman dalam baris, jarak tanam yang lebar, mekanisasi, pengairan, dan pemberian bahan-bahan kimia seperti pupuk. Keadaan suhu yang relatif tinggi, cahaya matahari melimpah, dan curah hujan yang cukup di daerah tropik, juga mendorong gulma untuk tumbuh subur.

Lampung merupakan produsen gula terbesar kedua setelah Jawa Timur dengan tingkat produksi mencapai 34,33 % (BPS, 2020). Budidaya tebu yang dilakukan di provinsi Lampung adalah budidaya lahan kering. Salah satu masalah yang dihadapi pada budidaya tebu lahan kering adalah kehadiran gulma. Di lahan

kering, gulma dapat mempengaruhi perkembangan tanaman dari sejak tebu di tanam. Gangguan gulma dapat menampilkan kerugian yang cukup besar karena bisa menyebabkan penurunan bobot tebu. Penurunan produktivitas tebu akibat keberadaan gulma untuk kasus tertentu sering menyebabkan kegagalan panen tergantung tingkat intensitas penutupan gulma, jenis dan agresivitas pertumbuhannya. Khan *et al.*, (2004) menyatakan bahwa rerata kehilangan produksi tiap hektar tanaman tebu akibat gulma sebesar 15,7%.

Gulma berkompetisi dengan tanaman budidaya dalam pengambilan unsur hara, air, gas, cahaya, ruang tumbuh, memiliki efek alelopati pada tanaman, dan dapat menjadi inang bagi hama dan penyakit (Nichols *et al.*, 2015). Kehilangan hasil tanaman akibat gulma sangat bervariasi tergantung pada tanaman, strategi pengelolaan gulma, komposisi gulma, dan periode investasi (Oerke *et al.*, 2006). Secara umum periode kritis pada tanaman semusim berlangsung seperempat sampai sepertiga pertama umurnya (Balittas, 2019). Pengendalian gulma penting dilakukan pada umur tanaman tebu antara 0 – 3,5 bulan agar pembentukan tunas dan pertumbuhannya tidak terganggu.

Gulma-gulma dominan yang sulit dikendalikan di perkebunan tebu lahan kering antara lain *Cyperus rotundus*, *Digitaria ciliaris*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Cynodon dactylon*, *Eleusine indica*, *Borreria alata*, *Richardia brasiliensis*, *Ageratum conyzoides*, *Cleome rutidosperma*, dan *Praxelis climatidae* (Cholid, 2016). Pengendalian gulma di pertanaman tebu lahan kering yang arealnya sangat luas umumnya dilakukan secara kimiawi menggunakan herbisida pra tumbuh maupun pascatumbuh. Namun, penggunaan herbisida secara terus menerus menyebabkan dampak negatif berupa terjadinya resistensi gulma, matinya organisme non-target dan masalah di lingkungan seperti adanya residu herbisida di tanah dan kontaminasi herbisida di air (Tesio *et al.*, 2011).

Teknik pengendalian gulma yang ramah lingkungan dapat dilakukan dengan memanfaatkan senyawa alelokimia yang terkandung pada tanaman dimana dapat berpotensi sebagai herbisida nabati, meskipun bukan sebagai pengganti total

melainkan sebagai alternatif herbisida kimia (Singh *et al.*, 2009). Menurut Bailey *et al.*, (2014) herbisida nabati adalah produk alami yang terdiri dari mikroorganisme seperti patogen dan mikroba lain atau fitotoksin yang berasal dari mikroba, serangga, atau ekstrak tumbuhan yang berfungsi sebagai alat pengendalian gulma secara alami. Ketersediaan alelopati tumbuhan dapat membantu mengendalikan gulma sepanjang musim, mengurangi penggunaan herbisida secara berulang, dan mencegah evolusi lebih lanjut dari gulma yang resisten herbisida. Alelopati dapat memberikan peran potensial dalam pengelolaan gulma berkelanjutan (Won *et al.*, 2013).

Alelopati mampu menghambat pertumbuhan tanaman lain dengan mempengaruhi aktivitas tanaman seperti menghambat pembelahan sel, aktivitas fotosintesis, dan respirasi. Mekanisme pengaruh alelokimia menghambat pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan sasaran terjadi melalui serangkaian proses yang cukup kompleks (Blum, 2011). Senyawa alelokimia biasanya diekstraksi dari struktur tumbuhan atau tanaman dengan menggunakan air atau pelarut organik. Cara kerja beberapa alelokimia mirip dengan herbisida sintesis, hal ini memungkinkan untuk penggunaan senyawa alelokimia dalam pengelolaan gulma sebagai herbisida nabati. Spesies tanaman tertentu memiliki kemampuan untuk mengeluarkan metabolit berbeda yang dikenal sebagai alelokimia, seperti alkohol, asam lemak, fenolat, flavonoid, terpenoid, dan steroid, yang mampu mengurangi reproduksi, pertumbuhan, dan perkembangan vegetasi yang berdekatan termasuk spesies gulma (Soltys *et al.*, 2013).

Fenol merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder yang mampu menghambat pertumbuhan gulma. Fenol berpotensi untuk dikembangkan sebagai herbisida nabati karena memiliki mekanisme penghambatan baik secara morfologis maupun fisiologis. Senyawa fenol pada alelokimia tersebut dapat menekan perkecambahan gulma melalui perubahan permeabilitas membran sel sehingga proses imbibisi terganggu. Selain itu, senyawa fenol dapat menurunkan aktivitas enzim dan produksi hormon pertumbuhan yang berperan dalam perombakan cadangan makanan dalam proses perkecambahan (Kusuma *et al.*,

2017). Senyawa fenolik yang tergolong alelopati merupakan turunan dari asam sinamat, asam benzoat, asam kumarat, tanin, polifenol kompleks dan flavonoid tertentu. Fenol merupakan senyawa kimia yang tersusun atas hidroksil (-OH) yang terikat langsung pada cincin hidrokarbon aromatik (Li *et al.*, 2010).

Saponin merupakan senyawa kimia yang berasal dari metabolit sekunder yang banyak diperoleh dari tumbuh - tumbuhan. Saponin memiliki sifat hidrofilik, berbentuk busa stabil di dalam air dan menstabilkan emulsi. Saponin memiliki berbagai macam sifat biologis seperti kemampuan hemolitik, aktivitas antibakteri, antimoluska, antivirus, sitotoksik, dan efek hiperkolesterolemia (Yanuarto *et al.*, 2017). Saponin bersifat sebagai surfaktan yang memiliki struktur bipolar yaitu di dalam molekulnya terdapat bagian yang bersifat hidrofobik dan hidrofilik sehingga dapat menyatukan senyawa nonpolar dan senyawa polar, termasuk mengikat lapisan lemak dan air. Saponin berinteraksi dengan membran sel yaitu dengan menurunkan tegangan permukaan membran sel sehingga permeabilitas membran sel meningkat mengakibatkan terjadinya kebocoran sel dan kematian sel (Syahroni *et al.*, 2013).

Herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin yang akan diteliti merupakan herbisida organik pascatumbuh dan bersifat non selektif. Herbisida nabati ini belum banyak digunakan dan belum diketahui efektivitasnya dalam berbagai dosis untuk mengendalikan gulma pada pertanaman tebu lahan kering. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin terhadap beberapa jenis gulma perkebunan tebu di Lampung Tengah.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini dilakukan untuk menjawab masalah yang dirumuskan dalam pertanyaan berikut :

1. Apakah herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin dapat mengendalikan gulma pada pertanaman tebu lahan kering?
2. Berapakah dosis herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin yang efektif untuk mengendalikan gulma pada pertanaman tebu lahan kering?
3. Apakah herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin mempengaruhi pertumbuhan tanaman tebu?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui pengaruh herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin dalam mengendalikan gulma pada pertanaman tebu lahan kering.
2. Menentukan dosis herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin yang efektif untuk mengendalikan gulma pada pertanaman tebu lahan kering
3. Mengetahui pengaruh herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin terhadap tanaman tebu.

1.4 Kerangka Pemikiran

Gulma menampilkan kerugian, baik karena dapat menurunkan jumlah produksi maupun menurunkan kualitas produksi. Gulma berkompetisi dengan tanaman budidaya dalam pengambilan unsur hara, air, cahaya dan ruang tumbuh, memiliki efek alelopati pada tanaman, menjadi inang bagi insekta dan patogen. Gulma merupakan kendala utama di areal pertanaman tebu lahan kering, karena pertumbuhan gulma yang cepat dan lebat dengan berbagai macam spesies yang mendominasi (Cholid, 2016). Pada umur 2-3 bulan tebu diharuskan terbebas dari gulma karena pada saat itu merupakan fase pembentukan tunas dan fase peranakan. Gulma tumbuh dengan lebat pada umur 4-6 minggu dan semakin pesat disaat umur 8-9 minggu. Kompetisi gulma dengan tanaman tebu mampu

menurunkan produksi tebu sekitar 6,6 – 11,7% pada jenis tanah yang beragam (Puspitasari *et al.*, 2013). Menurut Khan *et al.*, (2002), gulma yang terdapat pada tanaman tebu menyebabkan penurunan bobot tebu sekitar 20-25%. Kompetisi gulma pada saat 3, 6, dan 9 minggu setelah tanam mampu menurunkan bobot tebu sekitar 77,6%, 50,6%, dan 41,7% (Pariyanto *et al.*, 2015).

Pada lahan kering gulma lebih beragam dan lebih berbahaya. Gulma dominan yang menjadi pesaing kuat tanaman tebu terdiri atas gulma daun lebar, gulma rumput dan teki. Pada perkebunan tebu di Lampung Tengah, pengendalian gulma dilakukan dengan menggunakan herbisida. Pengendalian kimiawi banyak digunakan karena lebih memberikan hasil yang nyata dengan waktu yang singkat sehingga dianggap lebih efektif dan efisien dalam mengendalikan gulma. Namun penggunaan herbisida dengan mekanisme kerja yang sama dalam jangka waktu yang lama akan menyebabkan kemungkinan munculnya resistensi gulma terhadap herbisida yang digunakan. Resistensi gulma terhadap herbisida sintetik spesifik meningkat secara pesat dalam dua dekade terakhir yang mengarah kepenurunan nilai tanah (Bhadoria, 2011). Adanya resistensi gulma akan menyebabkan peningkatan penggunaan dosis herbisida yang digunakan sehingga biaya pengendalian pun meningkat, selain itu peningkatan penggunaan dosis herbisida akan meningkatkan risiko pencemaran lingkungan akibat residu herbisida.

Herbisida nabati menjadi alternatif pengendalian gulma yang lebih ramah lingkungan dibandingkan herbisida kimia. Herbisida nabati merupakan pengendalian gulma dengan menggunakan bahan tumbuhan yang diekstrak dengan mencari potensi senyawa golongan fenol dari tumbuhan lain. Selain itu, karena bahan aktifnya berasal dari alam, herbisida nabati mudah terurai (*biodegradable*) sehingga relatif aman bagi kehidupan. Cara kerja herbisida nabati yaitu dengan memanfaatkan senyawa alelokimia yang terkandung pada beberapa jenis tumbuhan dan nantinya dapat menghambat pertumbuhan gulma. Alelokimia dapat menghambat pembentukan bibit baru tumbuhan yang disebut dengan ototoksitas yang merupakan spesialisasi khusus dari bentuk alelopati. Alelopati

dan ototoksitas dapat berperan penting dibawah ekosistem alami dan yang dimanipulasi (Chon dan Nelson, 2009).

Efektivitas herbisida nabati juga telah diteliti dan dilaporkan mampu menunjukkan kualitas pengendalian yang sama baik dengan herbisida. Ekstrak buah lerak pada konsentrasi 25%-75% menyebabkan tumbuh jamur pada biji gulma, sedangkan konsentrasi 100% tidak menunjukkan pertumbuhan jamur (Pujisiswanto *et al.*, 2018). Pujisiswanto *et al.*, (2020) menyatakan aplikasi ekstrak buah lerak konsentrasi 50% (500 g/l) dengan penambahan adjuvant VCO, KAO, dan Tween pada konsentrasi 2% (20 ml/l) mampu menghambat perkecambahan gulma *Ludwigia octovalvis* sebesar 95%- 100%. Ekstrak buah lerak yang ditambahkan adjuvant dan tanpa adjuvant pada konsentrasi 50% (500 g/l) juga menunjukkan mampu menekan persentase perkecambahan dan kecepatan perkecambahan biji gulma *Fimbristylis miliacea* (Pujisiswanto *et al.*, 2021). Hasil penelitian Pujisiswanto (2021) menunjukkan bahwa HERBIOCIDE SL (bahan aktif senyawa fenol: 0,535 g/l dan saponin: 2,985 g/l) dengan dosis 4 dan 4,8 l/ha dapat mengendalikan pertumbuhan gulma total, gulma *Ageratum conyzoides*, *Mikania micrantha*, *Borreria latifolia*, *Chromolaena odorata*, *Praxelis clematidea*, *Cynodon dactylon*, dan *Digitaria ciliaris* hingga 12 MSA.

Pada penelitian ini herbisida nabati berbahan aktif senyawa fenol dan saponin yang diuji merupakan herbisida dengan merk dagang Herbicide SL (bahan aktif senyawa fenol: 0,535 g/l dan saponin: 2,985 g/l). Herbicide SL merupakan herbisida organik pascatumbuh dan bersifat non selektif. Hal yang mendasari dalam penelitian ini adalah di perkebunan tebu muda mengalami banyak kendala, khususnya menghindari dalam persaingan yang tinggi dengan gulma paling tidak sampai umur tebu 4 bulan. Jenis aplikasi perpaduan herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin ini akan menjadi tolak ukur aplikasi bagi penggunaan herbisida nabati pascatumbuh di perkebunan tebu. Selain itu dilakukan juga pengamatan fisiologis dan laju fotosintesis menggunakan Li-cor 6800 F (*Portable Photosynthesis System*) untuk mengetahui gejala yang ditimbulkan akibat

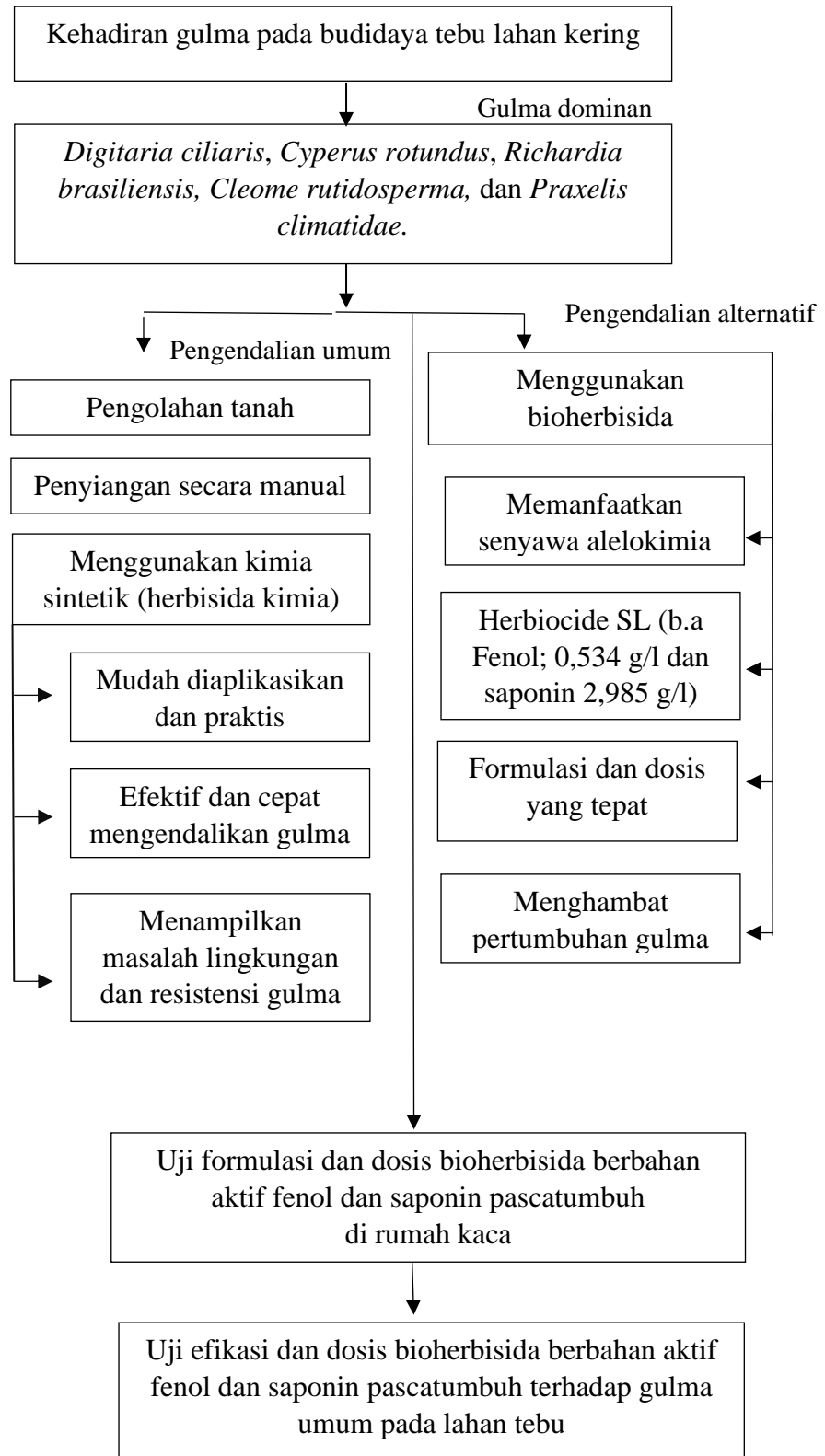
pengaplikasian herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin. (kerangka pemikiran yang melandasi penelitian ini, dapat dilihat pada Gambar 1).

1.5 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini yaitu

1. Herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin mampu menghambat pertumbuhan gulma pada pertanaman tebu.
2. Penggunaan herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin dengan dosis 5 l/ha dapat mengendalikan gulma pada tanaman tebu secara efisien.
3. Tidak ada pengaruh toksisitas herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin terhadap pertumbuhan tanaman tebu.

BAGAN KERANGKA PEMIKIRAN



Gambar 1. Skema kerangka pemikiran yang mendasari penelitian ini

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Budidaya Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.)

Tanaman tebu merupakan bahan baku pembuatan gula. Tanaman tebu termasuk tanaman semusim dari famili Gramineae atau Poaceae yang dapat tumbuh di daerah tropis dan subtropis. Tanaman tebu tumbuh di daerah tropika dan subtropika sampai batas garis isotherms 20°C, yaitu antara 19 °LU – 35 °LS. Kondisi tanah yang baik bagi tanaman tebu adalah yang tidak terlalu kering dan tidak terlalu basah. Akar tanaman tebu juga sensitif terhadap kekurangan udara dalam tanah, oleh karena itu pengairan dan drainase harus mendapat perhatian (Indrawanto, 2010).

2.1.1 Deskripsi tanaman tebu

Secara lengkap tanaman tebu dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae (tumbuh-tumbuhan)
Divisio	: Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
Subdivision	: Angiospermae (berbiji tertutup)
Class	: Monocotyledone (berkeping satu)
Ordo	: Poales
Family	: Poaceae
Genus	: <i>Saccharum</i>
Spesies	: <i>Saccharum officinarum</i> L

Tanaman tebu memiliki batang lurus dan beruas-ruas. Tiap ruas dibatasi oleh buku-buku, setiap buku memiliki satu mata tunas. Tanaman tebu tumbuh dari mata tunas stek, pada pangkal batang akan tumbuh tunas di bawah permukaan tanah dan berkembang menjadi rumpun. Batang tebu memiliki diameter antara 3-5 cm dan tinggi antara 2-5 meter (Indrawanto, 2010). Batang tebu merupakan bagian penting dalam budidaya tebu. Pada bagian batang terdapat nira yang mengandung gula mencapai 20%. Kadar gula (rendemen) akan maksimal ketika tebu berumur 12-14 bulan atau mencapai masak fisiologis.

Menurut Indrawanto (2010), Pertumbuhan tebu dapat dikelompokkan ke dalam empat tahap yaitu (1) fase perkecambahan (*germination phase*), dimulai sejak awal penanaman hingga terbentuknya perkecambahan pada mata tunas, selama 30-45 hari; (2) fase pertunasan (*tillering phase*): fase pembentukan tunas, berlangsung pada waktu 75 hari. Fase ini menentukan populasi tanaman tebu; (3) fase pemanjangan batang (*grand growth phase*): fase pemanjangan batang berlangsung pada umur 120-150 hari; (4) fase pematangan (*maturity and ripening phase*): fase pembentukan gula yang berlangsung pada waktu 90 hari. Pada fase ini nutrisi dan air yang diserap akar ditranslokasikan menuju daun, melalui proses fotosintesis akan membentuk gula (sukrosa). Gula akan disimpan di dalam batang, mulai dari pangkal batang akan berangsur-angsur naik hingga ujung batang.

Karakteristik daun tanaman tebu meliputi: helai daun berbentuk pita dengan panjang 1-2 m dan lebar 2-7 cm sesuai varietas dan keadaan lingkungan masing-masing. Terdapat pelepah daun yang berfungsi sebagai pembungkus ruas daun, dan batang yang masih muda (sampai berumur 5-6 bulan). Tulang daun sejajar dan tepi daun terdapat bulu-bulu seperti duri (Naruputro, 2010). Karakteristik bunga tebu termasuk bunga malai dengan panjang antara 50-80 cm. Cabang bunga pertama berupa karangan bunga, selanjutnya berupa tandan sebanyak 2 butir dengan panjang 3-4 mm per tandan. Tebu memiliki bunga dengan kepala putik berjumlah 2, benang sari berjumlah 2, dan bakal biji di setiap butir bunga. Buahnya hanya memiliki satu biji. Biji dimanfaatkan untuk menghasilkan proses persilangan sehingga menghasilkan varietas yang unggul (Indrawanto, 2010).

2.1.2 Syarat tumbuh tanaman tebu

Tanaman tebu tumbuh di daerah tropika dan subtropika di kondisi tanah yang tidak terlalu kering dan tidak terlalu basah, tanah tersebut baik dalam pertumbuhan tebu karena akar tebu sangat sensitif terhadap kekurangan udara dalam tanah. Pengairan dan drainase harus diperhatikan dalam budidaya tebu, drainase yang baik dengan memberikan akar tanaman menyerap air dan unsur hara pada lapisan tanah yang lebih dalam sehingga pada musim kemarau pertumbuhan tidak terganggu. Tanaman tebu dapat tumbuh diberbagai jenis tanah meliputi tanah aluvial, latosol, grumosol, dan regusol. Tanaman tebu tumbuh di daerah dengan ketinggian antara 0-1400 mdpl, pertumbuhan yang paling optimal di ketinggian kurang dari 500 mdpl sedangkan pertumbuhan tebu relatif lambat di atas ketinggian 1200 mdpl. Lahan yang baik digunakan dalam budidaya tebu yaitu berlereng panjang, rata, dan landai hingga tingkat kelerengan 2% dan 5% jika tanahnya berat (Indrawanto, 2010).

Tanaman tebu memiliki pertumbuhan yang optimal pada tanah dengan PH 6–7,5 namun masih toleran pada tanah dengan PH < 8,5 atau > 4,5. Daerah yang memiliki curah hujan yang ideal berkisar antara 1000–1300 mm per tahun dengan setidaknya 3 bulan masa kering per tahun. Pertumbuhan vegetatif memerlukan curah hujan yang tinggi sekitar 125-200 mm per bulan selama 5-6 bulan. Periode kering berlangsung selama 2 bulan dengan curah hujan sebesar 75-125 mm dan 4 bulan dengan curah hujan kurang dari 75 mm/bulan. Fase pemasakan tanaman tebu berada pada periode kering (Indrawanto, 2010).

2.1.3 Kriteria kesesuaian lahan tebu

Pengetahuan tentang sifat fisik lahan merupakan dasar bagi perencanaan penggunaan lahan yang rasional. Dasar ini telah digunakan baik di Negara maju ataupun Negara-negara berkembang. Seluruh daerah atau Negara yang sudah

maju pada umumnya telah mempunyai informasi dasar tentang lahan, meskipun survei lebih lanjut sering diperlukan untuk memperoleh informasi-informasi yang lebih terperinci, apabila program- program pembangunan tertentu akan dilakukan. Ada dua pendekatan yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah kurangnya pengetahuan tentang kebutuhan pertanaman tebu pada lahan (Santun dan Sitorus, 2004), diantaranya:

1. Pendekatan Fisiografis (*Physiographic approach*)

Pendekatan dengan mempertimbangkan lahan secara keseluruhan didalam penilaiannya. Pendekatan fisiografik ini umumnya menggunakan kerangka bentuk lahan (*Landform framework*) untuk mengidentifikasikan satuan daerah secara alami.

2. Pendekatan Parametrik (*Parametric approach*)

Pendekatan dengan menggunakan sistem klasifikasi dan pembagian lahan atas dasar pengaruh atau nilai ciri lahan tertentu dan kemudian mengkombinasikan pengaruh-pengaruh tersebut untuk memperoleh kesesuaiannya. Peta parametrik yang paling sederhana misalnya dapat diperoleh dengan membagi satu faktor ke dalam beberapa kelas dengan menggunakan nilai kritis tertentu untuk memberikan *peta isoritmik* yang sederhana.

Usaha perbaikan lahan dapat dilakukan dengan memperhatikan karakteristik lahan yang tergabung dalam masing-masing kualitas lahan. Karakteristik lahan dapat dibedakan menjadi karakteristik lahan yang dapat diperbaiki dengan masukan sesuai dengan tingkat pengelolaan (teknologi) yang akan diterapkan dan karakteristik lahan yang tidak dapat diperbaiki. Satuan peta yang mempunyai karakteristik lahan yang tidak dapat diperbaiki tidak akan mengalami perubahan kelas kesesuaian lahannya, sedangkan yang karakteristik lahannya dapat diperbaiki, kelas kesesuaian lahannya dapat berubah menjadi satu atau dua tingkat lebih baik (Sarwono dan Widiatmaka, 2011). Sebagai syarat evaluasi lahan, dibutuhkan kriteria suatu lahan untuk pertanaman tebu sebagaimana disampaikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria kesesuaian tanaman tebu:

No	Kualitas/Karakteristik Lahan	Kelas Kesesuaian Lahan					
		Simbol	S1	S2	S3	N1	N2
1	Temperatur	(t)					
	1. Rata-rata tahunan (°C)		24-30	>30-32 22-<24	>32-34 21-<22	Td	>34 >21
2	Ketersediaan Air	(w)					
	1. Bulan kering (<7mm)		1-3	<1	3-5	-	>5
	2. Curah hujan/tahun (mm)		1500-4000	1500-1200	>4000 1200-1000	-	<1000
3	Media perakaran	(f)					
	1. Drainase tanah		Baik	Sedang	Agak terhambat, agak cepat	Terhambat, cepat	Sangat terhambat, sangat cepat
	2. Tekstur		Geluh berpasir, geluh, lempung berpasir, geluh berdebu, debu, geluh berlempung, lempung Berdebu	Pasir bergeluh, lempung berpasir	Lempung berdebu, lempung berstruktur	-	Kerikil pasir
	3. Kedalaman efektif (cm)		>75	55-75	40 <55	30<40	<30
4	Retensi hara	(f)					
	1. KTK tanah		≥Tinggi	Sedang	Rendah	Td	-
	2. Kejenuhan basa (%)		>50	35-50	<35	-	-
	3. pH tanah		5,5 - 7,0	7,1-7,5	7,5-8,5	-	-
5	Hara Tersedia	(n)					
	1. P ₂ O ₅		≥Tinggi	Sedang	Sangat rendah	-	-
	2. K ₂ O		≥Tinggi	Sedang	Sangat rendah	-	-
6	Penyiapan Lahan	(p)					
	1. Batuan Permukaan		<3	3-15	>15-40	Td	>40
	2. Singkapan Batuan		<2	2-10	>10-25	>25-40	>40
	3. Konsistensi, Besar Butir		-	-	Sangat keras, sangat teguh, sangat lekat	-	Berkerikil, berbatu
7	Tingkat Bahaya Erosi	(e)					
	1. Bahaya Erosi		SR	R	S	B	SB
	2. Lereng (%)		0-8	8-15	>15-20	>20	-
8	Bahaya Banjir	(b)	F0	F1	F2	F3	F4

Sumber data: Sarwono and Wijadma, 2011.

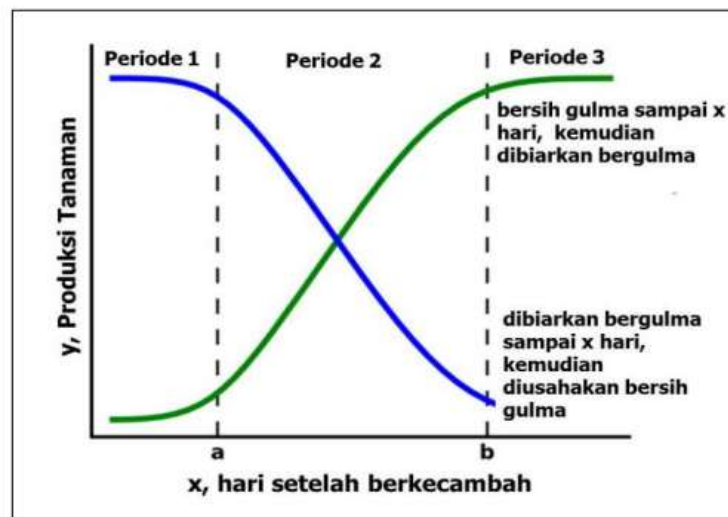
2.2 Periode Kritis Kompetisi pada Pertanaman Tebu

Kompetisi adalah salah satu bentuk hubungan antar dua tanaman atau lebih yang mempunyai pengaruh negatif bagi kedua pihak. Kompetisi dalam suatu komunitas tanaman terjadi karena terbatasnya ketersediaan sarana tumbuh (air, cahaya, hara, O₂, dan CO₂ yang dibutuhkan oleh tanaman untuk tumbuh normal. Setiap tanaman memiliki periode kritis tertentu dalam hal penggunaan faktor tumbuh di sekitarnya. Kehadiran gulma pada periode kritis akan menurunkan produksi, karena tanaman sangat peka terhadap lingkungan terutama air, unsur hara, cahaya, dan ruang tumbuh. Secara umum periode kritis pada tanaman semusim berlangsung seperempat sampai sepertiga pertama umurnya (Balittas, 2019). Pada masa tebu bertunas dan memulai fase anakan, tanaman harus bebas dari persaingan dengan gulma. Selepas masa kritis tersebut tanaman tebu mampu bersaing dengan gulma. Gulma tumbuh rapat sejak tanaman tebu berumur 4–6 minggu dan sangat lebat pada saat umur tanaman tebu 8–12 minggu (Balittas, 2019).

Kategori penutupan gulma di perkebunan tebu dilakukan berdasarkan pengamatan terhadap persentase penutupan gulma (*weed coverage*) dengan kriteria menurut PTPN 7 (2014) sebagai berikut: ringan (0–10%), sedang (10–20), berat (20–50), dan sangat berat (>50%). Gejala kerusakan tebu akibat kompetisi gulma dengan tanaman tebu tidak segera tampak, sehingga pengendalian gulma sering terlambat dan tanaman sudah memasuki periode kritis yang berakibat negatif terhadap pertumbuhan dan berujung terhadap penurunan produksi. Periode kritis adalah periode pada saat tanaman pokok sangat peka atau sensitif terhadap persaingan gulma, sehingga pada periode tersebut perlu dilakukan pengendalian, dan jika tidak dilakukan maka akan menghambat pertumbuhan dan menurunkan hasil tanaman pokok.

Periode kritis pengendalian gulma sangat penting dalam program pengelolaan gulma terpadu, yaitu periode dalam siklus hidup tanaman dimana gulma harus dikendalikan untuk mencegah kehilangan hasil (Knezevic *et al.*, 2002). Periode

kritis kompetisi tanaman terhadap gulma secara umum terjadi pada sepertiga hingga setengah dari awal siklus hidupnya. Periode kritis kompetisi tanaman tebu dengan gulma terjadi pada 0-45 hari setelah tanam, jadi gulma harus dikendalikan untuk mendapatkan hasil yang maksimal (Zafar *et al.*, 2010). Periode kritis yang panjang (periode 2) menunjukkan bahwa tanaman tebu memiliki daya kompetisi yang rendah terhadap gulma.



Sumber: Schonbeck, 2013

Gambar 2. Periode kritis kompetisi tanaman dengan gulma

Keberadaan gulma pada periode 1 dan 2 harus dikendalikan karena dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman tebu, dan berakibat penurunan produksi dan rendemen tebu. Setelah periode 2, keberadaan gulma di pertanaman tebu tidak mengakibatkan penurunan hasil secara nyata, karena pada periode tersebut tanaman telah membentuk kanopi daun cukup lebar dan padat, serta telah berkembang sistem perakaran secara intensif sehingga mampu berkompetisi dengan gulma. Dengan diketahuinya periode kritis suatu tanaman, maka saat penyiangan yang tepat menjadi penentu keberhasilan pengelolaan gulma. Penyiangan atau pengendalian yang dilakukan pada saat periode kritis mempunyai beberapa keuntungan. Misalnya frekuensi pengendalian menjadi berkurang karena terbatas di antara periode kritis tersebut, dan tidak harus dalam

seluruh siklus hidupnya. Dengan demikian biaya, tenaga dan waktu dapat ditekan sekecil mungkin dan efektivitas kerja menjadi meningkat.

2.3 Gulma Dominan pada Tanaman Tebu

Gulma merupakan kendala utama di areal pertanaman tebu lahan kering, karena pertumbuhan gulma yang cepat dan lebat dengan berbagai macam spesies yang mendominasi. Pada lahan kering gulma lebih beragam dan lebih berbahaya. Gulma dominan yang menjadi pesaing kuat tanaman tebu terdiri atas gulma daun lebar, gulma daun sempit dan teki. Gulma daun lebar terdiri atas *Borreria alata*, *Centrosema pubescens*, *Ageratum conyzoides*, *Cleome gynandra*, *Emilia sonchifolia*, *Borreria alata*, *Amaranthus dubius*, *Spigelia anthelmia*, *Commelina elegans*, *Mikania micrantha*, *Phyllanthus amarus*, *Stachytarpheta indica*, *Portulaca oleracea* dan *Tridax procumbens*. Gulma daun sempit terdiri atas *Cynodon dactylon*, *Imperata cylindrica*, *Sorghum halepense*, *Digitaria sanguinalis*, *Digitaria ciliaris*, *Echinochloa crusgalli*, *Echinochloa colonum*, *Eleusine indica*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Brachiaria distachya*, *Paspalum conjugatum* dan *Axonopus compressus*, sedangkan gulma golongan teki adalah *Cyperus rotundus* dan *Cyperus iria*. Dominansi gulma pada tiap tahapan pertumbuhan juga berbeda-beda, pada awal pertumbuhan dimana kanopi tebu masih kecil didominasi oleh jenis rerumputan (Gramineae) dan teki (Cyperaceae), sedangkan pada saat kanopi tebu sudah besar umumnya didominasi oleh gulma berdaun lebar yang relatif tahan naungan (Cholid, 2016).

Gejala kerusakan tebu akibat kompetisi gulma tidak tampak segera, sehingga pengendalian gulma sering terlambat dan tanaman sudah memasuki periode kritis yang berakibat negatif terhadap pertumbuhan dan berujung terhadap penurunan produksi. Periode kritis merupakan periode pertumbuhan tebu yang peka terhadap kompetisi gangguan gulma. Gulma yang berkompetisi dengan tanaman tebu di PT Gunung Madu Plantations dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok besar antara lain :

- a. Gulma rumput, gulma-gulma rumput yang dominan berkompetisi dengan tebu adalah *Dactyloctenium aegyptum*, *Cynodon dactylon*, *Digitaria ciliaris*, *Eleusine indica*.
- b. Gulma teki, terdiri atas *Cyperus rotundus*.
- c. Gulma berdaun lebar, Gulma-gulma berdaun lebar yang berkompetisi dengan tebu adalah *Richardia brasiliensis*, *Borreria alata*, *Ageratum conyzoides*, *Cleome rutidospermae*, *Praxelis climatidae*.

2.4 Pengendalian Gulma Tanaman Tebu

Prinsip pengendalian gulma merupakan meningkatkan daya saing tanaman budidaya dengan melemahkan gulma. Pengendalian bertujuan hanya menekan populasi gulma sampai tingkat populasi yang tidak merugikan secara ekonomi, tidak bertujuan menekan populasi gulma sampai nol (bebas gulma). Tanaman pokok harus bertahan agar gulma tidak mampu berkembang biak secara berdampingan maupun bersamaan dengan tanaman. Berkaitan dengan kompetisi (persaingan) gulma, dan usaha memperkecil kehilangan hasil, perlu diketahui periode pertumbuhan tanaman yang paling peka terhadap persaingan dengan gulma yang dinamakan periode kritis.

Pengendalian gulma dapat dilakukan secara kultur teknik, mekanik, hayati, kimiawi, dan terpadu. Pada pertanaman tebu di lahan kering umumnya pengendalian gulma dilakukan secara kimia yang dibedakan menjadi tiga yaitu *preemergence* (pra tumbuh), *late preemergence* (awal tumbuh), dan *postemergence* (setelah tumbuh). Usaha pengendalian gulma akan dapat memberikan hasil yang baik apabila pelaksanaannya tepat waktu, cara, alat, maupun dosis dan jenis herbisida yang digunakan. Hal yang perlu mendapat perhatian dalam pemakaian herbisida adalah efektivitasnya terhadap sasaran dan selektivitasnya terhadap tanaman budidaya. Upaya mengurangi pengaruh negatif dari aplikasi herbisida, diperlukan alat aplikasi yang benar, nozzle yang tepat, kecepatan jalan penyemprot, penetapan lebar semprotan. Kalibrasi hendaknya

dilakukan secara cermat untuk meningkatkan efisiensi kerja dan efektivitas pengendalian (Cholid, 2016).

Pengendalian gulma yang efektif dan efisien dapat ditempuh beberapa tahapan sebagai berikut (Yakup, 2002) :

1. Melakukan identifikasi jenis gulma secara akurat sehingga dapat diketahui jenis-jenis gulma dominan yang perlu mendapat perhatian dalam pengendaliannya.
2. Mempelajari penyebab timbulnya gulma dengan memprioritaskan pada cara yang paling sederhana dan disesuaikan dengan sumberdaya tersedia, misalnya dengan pengaturan pola tanam atau cara tanam dan pengendalian secara manual.
3. Mengutamakan pengendalian gulma secara kombinasi dari dua atau lebih cara pengendalian dengan urutan prioritas secara kultur teknik, mekanik, dan kimiawi.
4. Membandingkan alternatif cara pengendalian gulma berdasarkan optimasi waktu, biaya, kemudahan pelaksanaan, efektivitas dalam pengendalian, serta resiko terhadap kerusakan lingkungan

2.5 Herbisida Nabati

Herbisida nabati terdiri dari mikroorganisme seperti patogen dan mikroba lain atau fitotoksin yang berasal dari mikroba, serangga, atau ekstrak tumbuhan yang berfungsi sebagai alat pengendalian gulma secara alami (Bailey, 2014). Herbisida nabati berasal dari penggunaan beberapa organ tumbuhan yang memiliki senyawa alelopati. Alelopati merupakan fenomena alam dimana metabolit sekunder yang dihasilkan oleh satu spesies tumbuhan menghambat pertumbuhan dan perkembangan spesies lain (Rice, 2012).

Mekanisme penghambatan pertumbuhan tanaman meliputi serangkaian proses kompleks yang melalui beberapa aktivitas metabolisme yang meliputi pengaturan

pertumbuhan melalui gangguan pada zat pengatur tumbuh, pengambilan hara, fotosintesis, respirasi, pembukaan stomata, sintesis protein, penimbunan karbon, dan sintesis pigmen. Kemampuan alelopati yang dihasilkan tanaman dalam mengendalikan pertumbuhan gulma dapat dimanfaatkan sebagai herbisida nabati alami dalam sistem agrikultur yang kemampuannya sama dengan herbisida sintetik (El-Rokiek *et al.*, 2009).

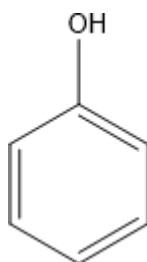
Menurut Li *et al.*, (2010) bahwa alelokimia adalah metabolit sekunder tumbuhan yang dikelompokkan menjadi 10 kategori sesuai dengan struktur dan sifatnya yang berbeda yaitu asam organik yang larut dalam air, alkohol rantai lurus, aldehid alifatik, dan keton, laktone sederhana, asam lemak rantai panjang dan polyacetylenes, quinones (benzoquinone, antraquinon dan kuinin kompleks), fenol, asam sinamat dan turunannya, kumarin, flavonoid, tanin, saponin, steroid dan terpenoid. Senyawa alelokimia biasanya diekstraksi dari struktur tumbuhan atau tanaman dengan menggunakan air atau pelarut organik. Meskipun begitu banyak keragaman kimia, alelokimia dapat secara luas dikarakterisasi menjadi fenolik dan terpenoid. Fenolik dan terpenoid dilepaskan oleh volatilisasi dan eksudasi akar, setelah masuk ke dalam tumbuhan maka alelokimia terlibat dalam berbagai metabolisme tumbuhan. Beberapa faktor yang menentukan toksisitasnya seperti konsentrasi, laju fluks, usia tanaman, keadaan metabolisme tanaman, iklim dan kondisi lingkungan (Singh *et al.*, 2013).

Terdapat beberapa contoh tumbuhan yang dapat dijadikan sebagai herbisida nabati yaitu ekstrak daun ketapang (*Terminalia catappa*) terhadap gulma rumput teki (*Cyperus rotundus*). Selain itu, kehadiran flavonoid, terpenoid, steroid, kuinon, tanin dan saponin pada ekstrak daun ketapang dapat diindikasikan untuk menjadi herbisida nabati (herbisida nabati) karena mengandung senyawa seperti fenol, asam fenolik, kumarin dan flavonoid dapat memberikan efek fitotoksitas dan pada rumput teki (Riskitavani dan Kristanti, 2013). Selain itu terdapat herbisida nabati 1,8-cineole yang merupakan herbisida nabati yang berasal dari ekstrak daun *Eucalyptus spp* (Knight, 2009). Herbisida 1,8-cineole bersifat kontak dan selektif yang efektif mengendalikan gulma golongan daun lebar dan rumput sebagai

herbisida pascatumbuh (Thaibest, 2015). Hasil penelitian menunjukkan bahwa herbisida 1,8-cineole pada dosis 3,0 - 10,5 g/ha yang diaplikasikan pada perkebunan kelapa sawit menghasilkan efektif mengendalikan gulma total sampai 8 MSA (minggu setelah aplikasi). Pada 4 MSA, herbisida 1,8-cineole memiliki daya kendali yang sama pada setiap taraf dosis herbisida yang diuji. Herbisida 1,8-cineole 3,0 – 10,5 g/ha memiliki daya kendali yang tidak berbeda dengan herbisida paraquat 900 g/ha dan penyiangan mekanis sehingga dapat dikatakan bahwa herbisida 1,8-cineole memiliki kemampuan yang sama dengan herbisida paraquat dan penyiangan mekanis dalam menekan pertumbuhan gulma total pada 4 MSA (Kurniastuty *et al.*, 2017).

2.6 Senyawa Fenol

Senyawa fenolik adalah senyawa yang mempunyai satu atau lebih gugus hidroksil pada cincin aromatiknya. Senyawa fenolik merupakan metabolit sekunder yang paling banyak didistribusikan dan secara universal terdapat dalam kingdom tumbuhan. Lebih dari 8000 jenis fenolik yang berbeda telah diidentifikasi (Nollet dan Gutierrez, 2018). Fenolik memiliki banyak kemiripan dengan alkohol alifatik dimana kelompok hidroksil terikat pada rantai karbon. Gugus hidroksil pada fenol dipengaruhi oleh cincin aromatiknya dimana hidrogen pada fenol bersifat labil menyebabkan fenol bersifat asam lemah. Senyawa fenolik dapat dikarakterisasi dari tanaman dan biasanya ditemukan dalam bentuk ester dan glikosida bukan sebagai senyawa bebas (Vermerris dan Nicholson, 2006).



Gambar 3. Struktur Senyawa Fenol

Fenol merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder yang mampu menghambat perkecambahan gulma. Fenol berpotensi untuk dikembangkan sebagai herbisida nabati karena memiliki mekanisme penghambatan baik secara morfologis maupun fisiologis. Senyawa fenol pada alelokimia tersebut dapat menekan perkecambahan tanaman melalui perubahan permeabilitas membran sel sehingga proses imbibisi terganggu. Selain itu, senyawa fenol dapat menurunkan aktivitas enzim dan produksi hormon pertumbuhan yang berperan dalam perombakan cadangan makanan dalam proses perkecambahan (Kusuma *et al.*, 2017).

Senyawa fenol pada daun *Ageratum conyzoides* dapat menghambat pertumbuhan gulma dengan gangguan mitosis yang disebabkan karena fenol merusak benang-benang spindle pada saat metafase. Hambatan pembelahan sel oleh senyawa alelokimia ekstrak daun *Ageratum Conyzoides* dapat pula melalui gangguan aktivitas hormon tumbuhan seperti sitokinin yang berperan dalam memacu pembelahan sel. Hambatan ini menyebabkan pembelahan sel pada bagian meristem pucuk terganggu sehingga menghambat pertumbuhan tinggi *Paspalum conjugatum* (Isda *et al.*, 2013).

Kandungan alelopati berupa senyawa fenol dalam ekstrak daun *Calopogonium mucunoides* dapat menghambat proses mitosis sel. Jika proses proliferasi sel terhambat, perbanyakan sel pada organ tumbuhan akan terhambat, sehingga pertumbuhan akan berjalan lambat bahkan terhenti. Menurut Sihombing *et al.*, (2012) menyatakan bahwa konsentrasi ekstrak *Calopogonium mucunoides* yang tinggi akan mempengaruhi akar gulma dalam menyerap unsur hara. Kandungan flavonoid dan tanin dalam ekstrak *Calopogonium mucunoides* dapat merusak struktur membran sel sehingga permeabilitasnya akan menurun.

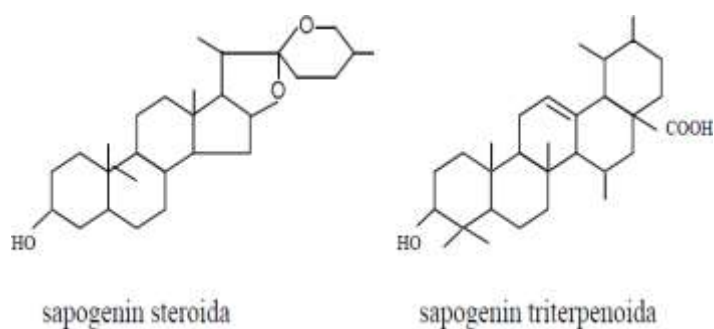
Gugus fenol sangat reaktif dengan protein untuk membentuk kompleks protein yang dapat menyebabkan kecenderungan penghambatan kerja enzim, yang merupakan salah satu proses metabolisme. Jika kerja enzim terganggu, maka proses penyerapan unsur hara dan air menjadi terhambat. Hal ini akan

mengakibatkan terhambatnya proses fisiologi tumbuhan secara keseluruhan. Hambatan perkecambahan karena senyawa-senyawa fenol yang terserap ke dalam biji menghambat metabolisme perombakan cadangan makanan. Perkecambahan dimulai setelah masuknya air yang akan menstimulasi aktivitas hormon dan enzim-enzim perkecambahan. Masuknya senyawa fenol seperti tanin akan berakibat merusak daya katalitik enzim perkecambahan terutama yang terkait dengan perombakan karbohidrat. Tanin dapat menghambat aktivitas enzim-enzim perkecambahan seperti selulase, polygalacturonase, proteinase, dehidrogenase dan dekarboksilase. Hambatan perkecambahan juga dapat disebabkan oleh gangguan senyawa fenol selama proses mitosis pada embrio (Einhellig, 1995). Menurut Kristanto (2006) senyawa alelokimia berupa fenol dan flavonoid lebih efektif menghambat aktivitas enzim selama proses perkecambahan. Kondisi ini menyebabkan proses perkecambahan menjadi terhambat, mengakibatkan menurunnya persentase perkecambahan.

2.7 Senyawa Saponin

Saponin merupakan senyawa kimia yang berasal dari metabolit sekunder yang banyak diperoleh dari tumbuh - tumbuhan. Saponin adalah kelompok yang mengandung glikosida bagian polar, yaitu poliglikosida yang larut dalam air gula, melekat pada steroid lipofilik atau bagian triterpenoid. Saponin merupakan senyawa kimia hasil dari metabolit sekunder yang memiliki sifat berasa pahit, berbentuk busa stabil di dalam air, bersifat racun bagi hewan berdarah dingin, dapat menstabilkan emulsi, dan menyebabkan hemolisis (Fajriaty *et al.*, 2017). Saponin memiliki berbagai macam sifat biologis seperti kemampuan hemolitik, aktivitas antibakteri, antimoluska, antivirus, sitotoksik, dan efek hiperkolesterolemia (Yanuarto *et al.*, 2017). Saponin bersifat sebagai surfaktan yang memiliki struktur bipolar yaitu di dalam molekulnya terdapat bagian yang bersifat hidrofobik dan hidrofilik sehingga dapat menyatukan senyawa nonpolar dan senyawa polar, termasuk mengikat lapisan lemak dan air.

Saponin berinteraksi dengan membran sel yaitu dengan menurunkan tegangan permukaan membran sel sehingga permeabilitas membran sel meningkat mengakibatkan terjadinya kebocoran sel dan kematian sel (Syahroni *et al.*, 2013). Pola glikosida saponin kadang-kadang rumit, banyak saponin yang mempunyai satuan gula sampai lima dan komponen yang umum adalah asam glukoronat. Saponin dikelompokkan menjadi saponin steroid dan saponin triterpen. Saponin triterpenoida dan saponin steroid memiliki hubungan glikosidik pada atom C-3 dan memiliki asal usul genetika yang sama lewat asam mevalonat dan satuan-satuan isoprenoid. Kedua jenis saponin ini larut dalam air dan etanol tetapi tidak larut dalam eter. Aglikonnya diperoleh dengan hidrolisis dalam suasana asam atau enzim, dan tanpa gula ciri kelarutannya sama dengan ciri sterol lain (Gunawan dan Mulyani, 2004). Tipe aglikon senyawa saponin dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. Struktur saponin.

Saponin triterpenoida secara umum banyak terdapat pada tumbuhan dikotil seperti: gipso gen terdapat pada *Gypsophila* sp., dan asam glisiretat terdapat pada *Glycyrrhiza glabra*. Saponin steroid terdapat pada tumbuhan monokotil maupun dikotil, contohnya diosgenin yang terdapat pada *Dioscorea hispida*, dan hekogenin yang terdapat pada *Agave americana* (Gunawan dan Mulyani, 2004). Campuran saponin, termasuk asam medicagenik, hederagenin, lecernin asam, asam zhanat, dapat menghambat perkecambahan dan pertumbuhan rumput lumbung dan *Cheat grass* (*Bromus secalinus* L.) (Singh *et al.*, 2013).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan saponin, alkaloid, steroid, antikuinon, flavonoid, polifenol, dan tanin terdapat pada lerak di bagian buah, kulit batang, biji, dan daun tanaman lerak. Kandungan saponin tertinggi terdapat pada bagian buah lerak (Syahroni *et al.*, 2013). Kandungan kimia daun bandotan (*Clidemia hirta*) berupa senyawa flavonoid, fenolik dan saponin (Kruse *et al.*, 2016). Grisi *et al.*, (2012) membuktikan bahwa ekstrak dari buah lerak dapat mengurangi perkecambahan rumput caryopsis secara linier 2,26% untuk setiap penambahan 0,01 mg l⁻¹ ekstrak. Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan bahwa ekstrak daun muda *Sapindus saponaria* dapat menghambat daya kecambah dan Rerata tingkat pertumbuhan beberapa jenis gulma. Ekstrak buah lerak pada konsentrasi 25%–100 % mampu menghambat perkecambahan gulma *Asystasia gangetica* dan *Eleusine indica* hingga 2 minggu setelah aplikasi. Ekstrak buah lerak pada konsentrasi 25%-75% menyebabkan tumbuh jamur pada biji gulma, sedangkan konsentrasi 100% tidak menunjukkan pertumbuhan jamur (Pujisiswanto *et al.*, 2018).

Hasil penelitian Chintya (2021), menunjukkan bahwa ekstrak buah lerak menggunakan dua metode ekstraksi yaitu akuades dan metanol pada konsentrasi 25% dan 50% dapat menghambat perkecambahan dan pertumbuhan gulma *L. octovalvis* dan *S. zeylanica* hingga 4 MSA. Selain itu, kehadiran flavonoid, terpenoid, steroid, kuinon, tanin dan saponin pada ekstrak daun ketapang dapat diindikasikan untuk menjadi herbisida nabati (herbisida nabati) karena mengandung senyawa seperti fenol, asam fenolik, kumarin dan flavonoid dapat memberikan efek fitotoksisitas dan pada rumput teki (Riskitavani dan Kristanti, 2013).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei–Agustus 2022 di Laboratorium Ilmu Gulma Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung dan PT. Gunung Madu Plantations Lampung Tengah.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam percobaan adalah timbangan digital, gelas ukur, oven, pengaduk, *knapsack sprayer* semi otomatis dengan nozzle T-jet, kuadran 0,5 m x 0,5 m, pot, ember, jangka sorong, amplop coklat, papan perlakuan, patok dari bambu, tali rafia, plastik hitam, meteran, nampan, pisau, gunting, label, kamera, alat tulis, dan alat uji aktivitas fisiologi (Li-COR 6800 F) untuk mengukur laju asimilasi karbon, laju konduktansi stomata, dan laju transpirasi.

Bahan yang digunakan adalah herbisida nabati berbahan aktif dan saponin merk dagang Herbiocide SL (bahan aktif: senyawa fenol: 0,535 g/l dan saponin: 2,985 g/l), dengan tambahan campuran bahan ekstrak masing-masing sebesar 43,4 g/l sebagai berikut: ekstrak kayu pinus (*Pinus merkusii*); ekstrak batang pisang (*Musa sp*); ekstrak daun bambu (*Bambuseae sp*); ekstrak gambir (*Uncaria sp*); dan ekstrak kulit randu (*Ceiba pentandra*); akuades, bibit gulma *Digitaria ciliaris*,

Richardia brasiliensis, *Praxelis clematidea*, *Cleome rutidosperma* dan *Cyperus rotundus* yang diambil dari perkebunan tebu Lampung Tengah.

3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam dua tahap, yaitu tahap 1: Uji formulasi dan dosis herbisida nabati pascatumbuh di rumah kaca. Tahap 2 : Uji efikasi herbisida nabati pascatumbuh terhadap gulma umum pada budidaya tanaman tebu

3.3.1 Uji formulasi dan dosis herbisida nabati pascatumbuh di rumah kaca

A. Rancangan percobaan

Perlakuan dalam percobaan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap menggunakan lima perlakuan dengan empat ulangan. Perlakuan yang digunakan yaitu kontrol (tanpa pengendalian gulma) (P0), dosis herbisida nabati 5 l/ha (P1), 7,5 l/ha (P2), 10 l/ha (P3), dan 12,5 l/ha (P4). Masing-masing perlakuan diuji pada gulma dominan yang mewakili dari 5 jenis gulma terdiri atas gulma *Digitaria ciliaris*, *Richardia brasiliensis*, *Praxelis clematidea*, *Cleome rutidosperma* dan *Cyperus rotundus*. Tata letak percobaan masing-masing gulma tersaji pada Gambar 5.

Ulangan 1

P0G1	P3G2	P1G3	P4G4	P2G5
P4G5	P3G1	P0G2	P1G5	P2G3
P3G5	P0G3	P4G2	P2G4	P1G4
P2G1	P3G3	P0G4	P1G1	P4G3
P0G5	P3G4	P4G1	P2G2	P1G2

Ulangan 2

P3G1	P4G5	P2G3	P1G4	P0G2
P2G5	P3G3	P4G3	P0G4	P1G1
P1G2	P4G1	P3G2	P0G3	P2G2
P4G4	P0G1	P2G4	P3G5	P1G5
P0G5	P2G1	P4G2	P1G3	P3G4

Ulangan 3

P2G3	P1G2	P0G3	P4G5	P3G1
P1G5	P4G3	P3G2	P2G4	P0G1
P3G3	P2G1	P1G3	P0G4	P4G2
P0G2	P3G4	P2G5	P1G1	P4G4
P4G1	P2G2	P3G5	P0G5	P1G4

Ulangan 4

P1G1	P0G2	P3G4	P2G3	P4G2
P3G2	P2G1	P0G3	P1G5	P4G1
P4G3	P1G4	P2G4	P0G1	P3G1
P0G4	P4G5	P1G3	P3G5	P2G2
P2G5	P1G2	P3G3	P4G4	P0G5

Keterangan :

P0 = Kontrol (tanpa pengendalian gulma);

P1 = Herbisida nabati b.a fenol dan saponin 5 l/ha;

P2 = Herbisida nabati b.a fenol dan saponin 7,5 l/ha;

P3 = Herbisida nabati b.a fenol dan saponin 10 l/ha;

P4 = Herbisida nabati b.a fenol dan saponin 12,5 l/ha;

G1 = Gulma *Digitaria ciliaris*;

G2 = Gulma *Richardia brasiliensis*;

G3 = Gulma *Praxelis climatide*;

G4 = Gulma *Cleome rutidosperma*;

G5 = Gulma *Cyperus rotundus*.

Gambar 5. Tata letak percobaan pot gulma di rumah kaca.

B. Pelaksanaan

- Survei lapang dan pengambilan bibit gulma

Survei lapang dilakukan di PT. Gunung Madu Plantations, Kabupaten Lampung Tengah. Survei lapang ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi mengenai jenis-jenis gulma dominan yang berada di perkebunan tebu lahan kering. Berdasarkan hasil survei yang dilakukan, terdapat 5 gulma sasaran yang mewakili dari tiap golongan berdasarkan dominansi di lahan yaitu *Digitaria ciliaris*, *Richardia brasiliensis*, *Praxelis clematidea*, *Cleome rutidosperma* dan *Cyperus rotundus*.

- Penanaman gulma

Pengambilan gulma dilakukan pada lokasi yang telah disurvei sebelumnya. Sampel gulma yang diambil adalah bibit gulma yang seragam dengan tinggi ± 10 cm dan memiliki 5 helai daun atau lebih. Pengambilan bibit gulma dilakukan menggunakan alat sekop kecil dengan cara mengangkat bibit gulma beserta tanah yang ada di daerah perakaran kemudian dipindahkan ke dalam plastik yang diberi air untuk menghindari terjadinya stress pada gulma.

Gulma yang telah diambil kemudian dipindahkan ke dalam pot plastik yang telah diisi dengan media tanam. Gulma ditanam pada pot dan dipelihara agar tumbuh dengan baik. Pemeliharaan gulma terdiri dari penyiraman dan penyiangan gulma lain yang tumbuh di sekitar gulma yang diteliti. Pemeliharaan gulma dilakukan setiap hari selama penelitian berlangsung.

- Aplikasi herbisida nabati

Sebelum aplikasi herbisida dilakukan, terlebih dahulu dilakukan kalibrasi. Hal ini bertujuan agar setiap satuan percobaan mendapat jumlah herbisida nabati yang sama sesuai dengan perlakuan. Kalibrasi dilakukan dengan metode luas menggunakan *nozzle* merah dengan luas bidang semprot 2 m pada petak yang berukuran 2 m x 5 m. Aplikasi herbisida dilakukan satu kali pada saat gulma telah berumur $\pm 7-14$ hari setelah pindah tanam atau sudah mencapai ketinggian ± 20 cm dan memiliki 10 helai daun. Aplikasi herbisida nabati dilakukan pada pagi hari dengan menggunakan *knapsack sprayer* dengan dosis sesuai perlakuan.

C. Variabel yang diamati :

1. Tinggi tajuk gulma (cm), diamati pada 4, 8, dan 12 HSA, diukur dari pangkal batang sampai daun terpanjang.
2. Aktivitas fotosintesis gulma menggunakan Li-cor 6800 F (*Portable Photosynthesis System*), diamati pada letak daun kedua dan keempat dilakukan pada 4, 8 dan 12 HSA. Data hasil analisis fotosintesis berupa laju asimilasi, transpirasi, dan konduktansi stomata direratakan dan dicari simpangan bakunya untuk mengetahui penghambatan pertumbuhan gulma.
3. Panjang akar gulma (cm), diukur dengan menggunakan penggaris dari pangkal batang yang tumbuh akar sampai akar terpanjang, dilakukan pada akhir pengamatan pada 2 MSA.
4. Bobot kering gulma (gram), pemanenan gulma dilakukan pada akhir pengamatan yaitu pada 2 MSA. Masing-masing gulma dipanen dengan cara dipotong bagian akarnya, kemudian gulma dimasukkan kedalam amplop kertas yang telah diberi label sesuai perlakuan. Gulma dikeringkan dalam oven pada suhu 80 °C selama 48 jam hingga bobot kering gulma konstan, lalu ditimbang dan dicatat bobotnya sesuai perlakuan.
5. Persentase keracunan gulma.
Pengamatan tingkat keracunan gulma dilakukan secara visual pada 4, 8, dan, 12 hari setelah aplikasi (HSA). Nilai skoring visual sebagai berikut:
0 = Tidak ada keracunan, 0—5% bentuk dan atau warna daun muda tidak normal.
1 = Keracunan ringan, >5—10% bentuk dan atau warna daun muda tidak normal.
2 = Keracunan sedang, >10—20% bentuk dan atau warna daun muda tidak normal.
3 = Keracunan berat, >20—50% bentuk dan atau warna daun muda tidak normal.
4 = Keracunan sangat berat, >50% bentuk dan atau warna daun muda tidak normal hingga mengering dan rontok, tanaman mati.

3.3.2 Efikasi herbisida nabati pascatumuh terhadap gulma umum pada budidaya tanaman tebu

A. Rancangan percobaan

Percobaan di lahan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL), yang terdiri dari 4 blok dimana setiap blok memiliki 6 petak perlakuan. Herbisida yang diuji adalah herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin dan sebagai pembandingan untuk melihat pengaruh herbisida terhadap tanaman tebu maka digunakan perlakuan penyiangan secara mekanis serta untuk menilai pengaruh herbisida terhadap pertumbuhan gulma maka digunakan perlakuan kontrol (Tabel 2). Tata letak percobaan tersaji pada Gambar 6.

Tabel 2. Perlakuan herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada lahan tebu

No	Perlakuan	Dosis Formulasi (l/ha)	
1	Herbisida nabati b.a fenol dan saponin	3/4 A	5
2	Herbisida nabati b.a fenol dan saponin	1A	7,5
3	Herbisida nabati b.a fenol dan saponin	1 1/4 A	10
4	Herbisida nabati b.a fenol dan saponin	1 1/2 A	12,5
5	Penyiangan mekanis	-	-
6	Kontrol	-	-

Kelompok I	P2	P5	P6	P3	P1	P4
------------	----	----	----	----	----	----

Kelompok II	P3	P2	P5	P1	P4	P6
-------------	----	----	----	----	----	----

Kelompok III	P1	P4	P3	P2	P6	P5
--------------	----	----	----	----	----	----

Kelompok IV	P4	P3	P6	P5	P2	P1
-------------	----	----	----	----	----	----

Keterangan :

P1 = Herbisida nabati b.a fenol dan saponin 5 l/ha;

P2 = Herbisida nabati b.a fenol dan saponin 7,5 l/ha;

P3 = Herbisida nabati b.a fenol dan saponin 10 l/ha;

P4 = Herbisida nabati b.a fenol dan saponin 12,5 l/ha;

P5 = Penyiangan mekanis;

P6 = Kontrol (tanpa pengendalian gulma).

Gambar 6. Tata letak percobaan di lapangan.

B. Pelaksanaan

- Persiapan lahan

Lahan penanaman terlebih dahulu dibersihkan dari gulma dengan menggunakan cangkul. Setiap petak percobaan pada penelitian ini berukuran 7,5 m x 7,5 m dan terdiri dari 5 baris tanaman dengan jarak antar petak 0,5 m serta antar ulangan 1,5 m. Sebelum tanam, tanah diolah dan dibuat alur sebagai lubang tanam selanjutnya disiram agar bibit bisa melekat ke tanah.

- Penanaman tebu

Bibit tebu ditanam di alur menggunakan bahan tanam stek dua mata tunas. Bibit stek (potongan tebu) ditanam berhimpitan secara memanjang. Bibit diletakkan sepanjang alur (parit), kemudian ditutup tanah setebal 2-3 cm dan disiram. Pengaturan letak percobaan dan kelompok diusahakan sedemikian rupa sehingga lokasi percobaan dengan kondisi gulma sasaran yang merata

- Aplikasi herbisida nabati

Dosis pada masing-masing herbisida nabati yang telah ditentukan untuk setiap perlakuan dilarutkan dalam air sesuai dengan volume semprot hasil kalibrasi, kemudian dimasukkan ke dalam tangki *knapsack sprayer*. Penyemprotan dilakukan secara merata pada petak percobaan sehingga mengenai bagian gulma yang berada di dalam setiap petak percobaan. Aplikasi herbisida nabati pascatumbuh yang diuji dilakukan satu kali pada saat 6 minggu setelah tanam.

- Penyiangan mekanis dan kontrol

Penyiangan mekanis dilakukan 1 kali pada saat aplikasi herbisida nabati. Pada petak dengan perlakuan kontrol maka gulmanya dibiarkan atau tidak dikendalikan.

- Pemeliharaan

Pemupukan dilakukan dua kali, pemupukan pertama dilaksanakan setelah pembuatan alur tanaman dan sebelum penanaman bibit, pemupukan kedua diberikan pada saat 6 minggu setelah tanam (MST). Pupuk diberikan pada

kedalaman 5-10 cm di bawah dasar alur tanaman dengan cara disebar di sepanjang alur tanaman dengan dosis pupuk yaitu pupuk NPK dengan dosis 350-200-350 kg/ha. Urea dan KCL diberikan dengan dosis yang sama 350 kg/ha dan TSP dengan dosis 200 kg/ha.

- Analisis vegetasi

Analisis vegetasi dilakukan terlebih dahulu sebelum melakukan aplikasi untuk mengetahui jenis gulma yang tumbuh dan dominan di lahan tebu. Analisis vegetasi dilakukan dengan menggunakan alat kuadrat berukuran 0,5 m x 0,5 m, dengan mengambil contoh gulma secara sistematis pada areal di sekitar areal percobaan. Kondisi pertanaman yang harus diperhatikan yaitu pertumbuhan tanamannya yang relatif seragam. Kondisi gulma di lokasi percobaan pada saat aplikasi terlihat sudah tumbuh di petak percobaan tersebut.

- Pengambilan sampel gulma

Pengambilan sampel gulma setelah perlakuan diterapkan dilakukan sebanyak 3 kali yaitu 4, 8, dan 12 minggu setelah aplikasi (MSA). Jumlah contoh yang digunakan adalah data contoh biomassa gulma pada setiap satuan petak perlakuan, diamati sebanyak dua kuadran per petak perlakuan, menggunakan metode kuadran berukuran 0,5 m x 0,5 m. Letak petak kuadran ditetapkan secara sistematis.

Gulma yang berada pada petak kuadran dipotong tepat setinggi dengan permukaan tanah, kemudian dipisahkan setiap spesies. Selanjutnya gulma tersebut dikeringkan dalam oven pada temperatur 80°C selama 48 jam hingga mencapai bobot kering konstan kemudian ditimbang untuk menghitung biomassa gulma. Pengeringan gulma dilakukan di Laboratorium Ilmu Gulma Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

C. Pengamatan gulma

Peubah yang diamati pada setiap petak percobaan meliputi:

1. Bobot Kering Gulma

Pengambilan contoh gulma untuk data biomassa setelah aplikasi herbisida dilakukan pada 4, 8, dan 12 MSA. Bobot kering gulma yang diperoleh meliputi

berat kering gulma total, dan berat kering gulma setiap golongan. Data yang diperoleh digunakan untuk mengetahui pengaruh herbisida nabati terhadap berat kering gulma yang telah di aplikasi.

2. Persentase penutupan gulma

Persentase penutupan gulma diamati oleh 3 orang dengan menggunakan metode visual terhadap setiap petak perlakuan yang nantinya akan dinilai dalam satuan persen (%) yang dilakukan pada 4,8, dan 12 MSA.

3. Persen penekanan dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ Penekanan} = \frac{(\text{BK gulma kontrol} - \text{BK gulma perlakuan})}{(\text{BK gulma kontrol})} \times 100\%.$$

D. Pengamatan tebu

1. Tinggi tanaman (cm)

diukur mulai dari pangkal batang sampai ujung daun teratas. Pengamatan dilakukan terhadap 10 contoh tanaman yang diambil secara acak, diukur pada 4, 8, dan 12 MSA.

2. Jumlah anakan

Pengamatan jumlah anakan dilakukan pada tanaman yang telah memiliki anakan. Pengamatan dilakukan pada 4, 8, dan 12 MSA.

3. Diameter batang (cm)

Diukur diameter batang induk mulai pada 4, 8, dan 12 MSA dengan menggunakan jangka sorong.

4. Fitotoksisitas / Tingkat keracunan tanaman

Jumlah contoh tanaman tebu untuk pengamatan fitotoksisitas adalah sebanyak 10 tanaman dalam satuan petak perlakuan dan ditentukan secara acak.

Pengamatan fitotoksisitas dilakukan dengan nilai skoring visual berdasarkan Direktorat Pupuk dan Pestisida (2016). Pengamatan dilakukan pada 2, 4, dan 6 MSA dengan skoring sebagai berikut :

0 = Tidak ada keracunan, 0—5 % bentuk dan atau warna daun muda tidak normal.

1 = Keracunan ringan, >5—20 % bentuk dan atau warna daun muda tidak normal.

2 = Keracunan sedang, >20—50 % bentuk dan atau warna daun muda tidak normal.

3 = Keracunan berat, >50—75 % bentuk dan atau warna daun muda tidak normal.

4 = Keracunan sangat berat, >75% bentuk dan atau warna daun muda tidak normal hingga mengering dan rontok, tanaman mati

3.4 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam yang sebelumnya telah diuji homogenitas ragamnya dengan uji Bartlett dan aditivitasnya dengan uji Tukey. Data diolah dengan menggunakan metode analisis ragam dan teknik pemisahan nilai tengah diuji dengan menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf 5%. Kriteria herbisida nabati yang diuji di lahan dinyatakan efektif apabila :

1. Biomassa gulma pada perlakuan herbisida nabati relatif sama dengan penyiangan mekanis dan nyata lebih ringan dibanding kontrol.
2. Fitotoksisitas pada tanaman ringan dan herbisida nabati tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan tebu
3. Herbisida nabati dapat mengendalikan gulma sampai 12 MSA, jika herbisida nabati yang diuji bersifat sistemik.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada dosis 5 l/ha sampai 12,5 l/ha mampu menghambat pertumbuhan tinggi tajuk, bobot kering, dan terlihat dari penurunan laju konduktansi stomata, laju asimilasi karbon CO₂, dan laju transpirasi gulma *D. ciliaris*, *R. brasiliensis*, *P. clematidea*, *C. rutidosperma*, *C. rotundus* hingga 2 minggu setelah aplikasi (MSA).
2. Herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin bersifat kontak sehingga pada dosis 5 l/ha sampai 12,5 l/ha efektif mengendalikan gulma pertanaman tebu hingga 8 MSA, sedangkan pada dosis 10 l/ha dan 12,5 l/ha mampu mengendalikan gulma hingga 12 MSA.
3. Perlakuan herbisida nabati berbahan aktif fenol dan saponin pada dosis 5 l/ha sampai 10 l/ha menunjukkan adanya keracunan ringan pada tanaman tebu sedangkan pada dosis 12,5 l/ha menunjukkan adanya keracunan sedang.

5.2 Saran

Perlu dilakukan uji percobaan terlebih dahulu sebelum dilakukan aplikasi herbisida nabati untuk mengetahui dosis yang efektif mengendalikan gulma dan tidak menampilkan keracunan pada tanaman tebu.

DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, E., John, J., and Pillai, P.S. 2016. Allelopathic Effect of Leaf Loppings of Homestead Trees on Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *J. Trop. Pertanian*. 54:60.
- Agustanti, V. M. F. 2006. Studi Keefektifan Herbisida Diuron dan Ametrin untuk Mengendalikan Gulma pada Pertanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Skripsi*. Departemen Agronomi, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 55 hal.
- Algandaby, M.M, and Salama, M. 2018. Management of The Noxious Weed; *Medicago polymorpha*, L. Via Allelopathy of Some Medicinal Plants from Taif Region, Saudi Arabia. *Saudi. J.Biol. Sains*. 25:1339–1347.
- Apri, L. dan Mukarlina, R. L. 2018. Potensi Ekstrak Metanol Rhizom Alang-alang (*Imperata cylindrica* L) dalam Penghambatan Pertumbuhan Gulma Maman Ungu. *Journal Protobiont*. 7(1): 25-30.
- Badan Pusat Statistik. 2020. Distribusi Perdagangan Komoditas Gula Pasir Indonesia 2019. Badan Pusat Statistik. Jakarta. 101 hlm.
- Badan Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat. 2019. Pengendalian Gulma Tanaman Tebu. <http://balittas.litbang.pertanian.go.id>. Diakses pada 2 Januari 2022.
- Bailey, K.L. 2014. The Bioherbicide Approach to Weed Control Using Plant Pathogens. Ed Integrated Pest Management. *Academic Press*. Cambridge, MA, USA. 245–266.
- Barus, E. 2003. Pengendalian Gulma di Perkebunan. *Penerbit Kanisius*. Yogyakarta. 103 hal.

- Bhadoria, P. B. S. 2011. Allelopathy: A Natural Way Towards Weed Management. *American Journal Of Experimental Agriculture*. 1(1) : 7-20.
- Bhatla, S.C. 2018. Plant Physiology in Agriculture and Biotechnology. *Springer Nature*. Singapore. 1167-1188.
- Blum, U. 2011. Plant-plant Allelopathic Interaction Phenolic Acids, Cover Crops and Weed Emergence. *Spinger*. 231.
- Chintya, G. 2021. Efektivitas Ekstrak Buah Lerak (*Sapindus rarak*.Dc) dengan Menggunakan Dua Metode Ekstraksi sebagai Herbisida Nabati terhadap Perkecambahan dan Pertumbuhan Gulma *Ludwigia octovalvis* dan *Spenoclea zeylanica*. *Tesis*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Cholid, M. 2016. Gulma Tanaman Tebu dan Pengendaliannya. Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat. 223-240 hal.
- Chon, S. U. and Nelson, Y. M. 2009. Biological Activity and Quantification or Suspected Allelochemical from Alfalfa Plant. *Journal of Agrom Crop*. 180 (4):281-285.
- El-Rokiek, G., Kowthar, R., El-Masry., Rafet., and Nadia, M. 2009. The Allelopathic Effect of Mango Leaves on the Growth and Propagative Capacity of Purple Nutsedge (*Cyperus rotundus* L.). *Journal American Research*. 6 (3):151-159.
- Ewers, B. E. 2013. Understanding Stomatal Conductance Responses to Long-Term Environmental Changes: A Bayesian Framework that Combines Patterns and Processes. *Tree Physiol*. 33:119–122.
- Fajriaty, I., Harianto, I. H., Saputa, I. R. dan Silitonga, M. 2017. Skrining Fitokimia dan Analisis Kromatografi Lapis Tipis dari Ekstrak Etanol Buah Lerak (*Sapindus rarak*). *Journal Pendidikan Informatika dan Sains*. 6 (2): 243-255.
- Grisi, P.U., Ranal, M.A., Gualtieri, S.C.J., and Santana, D.G. 2012. Allelopathic Potential of *Sapindus saponaria* L. Leaves in the Wontrol of weeds. *Acta Scientiarum. J. Agronomy*. 34 (1) : 1-9.

- Gunawan, D. dan Mulyani, S. 2004. Ilmu Obat Alam (Farmakognosi). Jilid Pertama. *Penebar Swadaya*. Jakarta. Hal 87.
- Hardjowigeno, S. dan Wijadimaka., 2011. Evaluasi Kesesuaian Lahan dan Perencanaan Tataguna Lahan. *Gajah Mada University Press*. Yogyakarta.
- Indrawanto, C. 2010. Budidaya dan pasca panen tebu. *Eska Media*. Jakarta.
- Isda, M. N., Fatonah, S., dan Fitri, R. 2013. Potensi Ekstrak Daun Gulma Babadotan (*Ageratum conyzoides* L.) terhadap Perkecambahan dan Pertumbuhan *Paspalum conjugatum* Berg. *J. Biologi*. 6 (2):120-125.
- Khairunnisa., Indriyanto. dan Riniarti, M. 2018. Potensi Ekstrak Daun Ketapang, Mahoni, dan Kerai Payung sebagai Herbisida nabati terhadap *Cyperus rotundus* L. *Journal Enviro Scienteae*. 14 (02):106-113.
- Khan, B., M. Jama, and H. Azim. 2004. Effect of Weeds on Cane Yield and Content of Sugarcane. *J. Weed Sci. Res.* 10 (2) : 47–50.
- Khan, I. A., Khatri, A., and Aslam, M. 2002. Performance of Promising Sugarcane Clone for Yield and Quality Characters 11. Stability studies. *J. Bot.* 34 (3):247–251.
- Knezevic S.Z., Evans, S.P., Blankenship, E.E., Van Acker, R.C., and Lindquist. J.L. 2002. Critical Period for Weed Control: The Concept and Data Analysis. *J. Weed Sci.* 50:773–786
- Knight, A.R. 2009. Preparation and Bioactivity of 1,8-Cineole Derivatives. *Tesis*. Murdoch University. 187 pp.
- Kristanto. 2006. Perubahan Karakter Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) akibat Alelopati dan Persaingan Teki (*Cyperus Rotundus* L.). *J. Indon. Trop. Anim. Agric.* 31(3):189–194.
- Kruse, M., Strandberg, M., and Strandberg. B. 2000. Ecological Effects of Allelopathic Plants - A Review. *National Environmental Research Institute*. Denmark: NERI Technical Report. 315 : 66 .

- Kurniastuty, C. B., Sembodo, D. R. J., Rini, M. V. dan Puji Siswanto, H. 2017. Efikasi Herbisida Nabati 1,8 Cineole terhadap Gulma pada Perkebunan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Menghasilkan. *Journal Agrotek Tropika*. 5 (1) : 27-32.
- Kusuma, A. V. C., Chozin, M. A., dan Guntoro, D. D. 2017. Senyawa Fenol dari Tajuk dan Umbi Teki (*Cyperus rotundus* L.) pada Berbagai Umur Pertumbuhan serta Pengaruhnya terhadap Perkecambahan Gulma Berdaun Lebar. *Journal Agronomi Indonesia*. 45 (1): 100–107.
- Lakitan, B. 2007. Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan. *Raja Grafindo Persada*. Jakarta.
- Lee, S.M., Radhakrishnan, R., Kang, S.M., Kim, J.H., Lee, I.Y., Moon, B.Y., Yoon, B.W., and Lee, I.J. 2015. Phytotoxic Mechanisms of Bur Cucumber Seed Extracts on Lettuce with Special Reference to Analysis of Chloroplast Proteins, Phytohormones, and Nutritional Elements. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 122:230–237.
- Li, Z.H., Wang, Q., Ruan, X., Pan, C.D., and Jiang, D.A. 2010. Phenolics and Plant Allelopathy. *Journal Molecules*. 15 (12) : 8933-8952.
- Lopez, T., Corbin, C., Falguieres, A., Doussot, J., Montguillon, J., Hagege D., Hano, C., and E. Laine. 2016. Secondary Metabolite Accumulation, Antibacterial and Antioxidant Properties of In Vitro Propagated *Clidemia hirta* L. Extracts are Influenced by The Basal Culture Medium. *Comptes Rendus Chimie*. (19):1071-1076.
- Moenandir, J. 1990. Fisiologi Herbisida. *Rajawali Press*. Jakarta. 143 hal. Rajawali. Malang.
- Naruputro, A. 2010. Pengelolaan tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) di Pabrik Gula Kerebet Baru. Rajawali. Malang.
- Nichols, V., Verhulst, N., Cox, R., and Govaerts, B. 2015. Weed Dynamics and Conservation Agriculture Principles: A Review. 183:56–68.

- Nollet, L.M.L., and Gutierrez, J.A. 2018. Food Analysis and Properties Series Phenolic Compounds in Food Characterization and Analysis. *CRC Press*. Taylor & Francis Group. Boca Raton London.
- Oerke, E.C. 2006. Crop Losses to Pests. *J. Agri Sains*. 144 : 31–43.
- Pariyanto, A., Sembodo, D. R. J., dan Sugiarno. 2015. Efikasi Herbisida Flumioxazin pada Gulma Pertanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Lahan Kering Keprasan 1. *J. Agrotek Tropika*. 3 (1) : 99–105.
- Pebriani, R. L. dan Mukarlina. 2013. Potensi Ekstrak Daun Sembung Rambat (*Mikania micrantha* H.B.K) sebagai Herbisida nabati terhadap Gulma Maman Ungu (*Cleome rutidosperma* D.C) dan Rumput Bahia (*Paspalum notatum* Flugge). *Journal Protobiont*. 2 (2) : 32 – 34.
- PTPN 7. 2014. Gulma dan Peranannya dalam Penurunan Produktivitas di Perkebunan Tebu (Study Pustaka). Diakses pada 16 Desember 2021.
- Pujisiswanto, H., Sriyani, N. dan E, Maryani. 2018. Potensi Alelopati Buah Lerak (*Sapindus rarak*) sebagai Herbisida nabati Pra tumbuh terhadap Perkecambahan Gulma *Asystasia gangetica* dan *Eulisia indica*. Makalah HIGI. *Reporsitory.lppm.unila.ac.id*
- Pujisiswanto, H., Sunyoto., N. Sriyani, dan M. T. Pratiwi. 2020. Efektivitas formulasi herbisida nabati ekstrak buah lerak dengan penambahan adjuvant terhadap perkecambahan gulma *Ludwigia octovalvis*. *Journal Agrotropika*. 19 (2) : 96-101.
- Pujisiswanto, H., Y. Nurmiaty , N. Sriyani, dan A. Afrima. 2021. Pengaruh Ekstrak Buah Lerak (*Sapindus rarak*) dan Beberapa Adjuvant terhadap Perkecambahan Gulma *Fimbristylis miliacea*. *Journal Agrotropika*. 20 (2) : 104-109.
- Pujisiswanto, H. 2021. Efikasi Herbisida Herbicide SL (Bahan Aktif: Senyawa Fenol: 0,535 G/L dan Saponin: 2,985 G/L) untuk Pengendalian Gulma Umum (*Ageratum Conyzoides*, *Mikania Micrantha*, *Borreria Latifolia*, *Chromolaena Odorata*, *Praxelis Clematidea*, *Cynodon Dactylon*, dan *Digitaria Ciliaris*) pada Budidaya Kelapa Sawit Tanaman Belum Menghasilkan (TBM). Pengujian Lapangan.

- Puspitasari, K. 2013. Pengaruh Aplikasi Herbisida Ametrin dan 2,4-D dalam Mengendalikan Gulma Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Journal Produksi Tanaman*. 1 (2) :72-80
- Rahayu, E.S. 2003. Peranan Penelitian Alelopati dalam Pelaksanaan Low External Input and Sustainable Agriculture (LEISA).
http://rudycr.topcities.com/ppp702_71034_/enni_s_rahayu.htm. Diakses pada 10 Oktober 2022
- Ramprakash, T. Madhavi, M. Yakadri, M. and Srinivas, A. 2015. Bispyribac Sodium Persistence in Soil, Plant and Grain in Direct Seeded Rice and Its Effect on Soil Properties. *Nat Env Poll Tech*. 14 (3) : 605-609.
[https://neptjournal.com/upload-images/NL-53-23-\(21\)B-3116.pdf](https://neptjournal.com/upload-images/NL-53-23-(21)B-3116.pdf)
- Rice, E.L. 2012. Allelopathy. *Academic Press*. Cambridge.
- Riskitavani, D. V. dan Purwani, K. I. 2013. Studi Potensi Herbisida Nabati Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia catappa*) terhadap Gulma Rumput Teki (*Cyperus rotundus*). *Journal Sains dan Seni Pomits*. 2 (2) : 2337-3520.
- Santun, R, dan Sitorus, P. 2004. Evaluasi Sumber Daya Lahan. *Penerbit Tarsito*. Bandung
- Schonbeck, M. 2013. An Ecological Understanding of Weeds.
(<http://articles.extension.org/pages/18529/anecological-understanding-of-weeds>). diakses pada tanggal 17 Oktober 2022
- Shaul, O. 2002. Magnesium Transport and Function in Plants: The Tip of The Iceberg. *Biometals*. 15:309–323.
- Sihombing. A., Fatonah, S. dan Silviana. F. 2012. Pengaruh Alelopati *Calopogonium mucunoides* Desv. terhadap Perkecambahan dan Pertumbuhan Anakan Gulma *Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson. *Journal Biospecies*. 5 (2) : 5-11.
- Singh, H.P., Batish, D.R., Setia, N., and Kohli, R.K. 2005. Herbicidal Activity of Volatile Oils from Eucalyptus Citriodora Against Parthenium Hysterophorus. *Journal Biol*. 146 : 89–94.

- Singh, H. P., Batish, D. R. and Kohli, R. K. 2013. Allelopathic Interactions and Allelochemicals : New Possibilities for Sustainable Weed Management. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 22 (3) : 239-311.
- Soltys, D., Krasuska, U., Bogatek, R., and A. Gniazdow. 2013. Allelochemicals as Bioherbicides Present and Perspectives in Herbicides. Current Research and Case Studies. Eds in Tech: Rijeka. Kroasia. 517–542.
- Sousa, C.P.D., Farias, M.E.D., Shock, A.A., and Bacarin, M.A. 2014. Photosynthesis of Soybean Under The Action of A Photosystem II-Inhibiting Herbicide. *Acta Plant Physiol*. 36 : 3051–3062.
- Sudhana, A. Siwi, H. dan Padmini, O.S. 2018. Pengendalian Gulma dengan Dosis Herbisida dan Frekuensi PGPR terhadap Pertumbuhan dan Hasil Padi Sawah. *J. Agrivet*. 24 (1) : 2-13
- Syahroni, Y. Yanuar dan D. Prijono. 2013. Aktivitas Insektisida Ekstrak Buah *Piper aduncum* L. (Piperaceae) dan *Sapindus rarak* DC. (Sapindaceae) serta Campurannya Terhadap Larva *Crociodolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera : Crambidae). *Journal Entomologi Indonesia*. 10 (1) : 39 – 50.
- Tardieu, F. 2013. Plant Response to Environmental Conditions: Assessing Potential Production, Water Demand, and Negative Effects of Water Deficit. *Front. Physiol*. 4:17.
- Tesio, F., Weston, L.A. and Ferrero, A. (2011). Allelochemicals Identified from Jerusalem Artichoke (*Helianthus Tuberosus* L.) Residues and Their Potential Inhibitory Activity in The Field and Laboratory. *Scientia Horticulturae*. 129 : 361-368.
- Thaibest. 2015. Glyphoquat Bio-herbicides. *Thai Best Holding*. Thailand. 9 pp.
- Vermerris, W. and Nicholson R, 2006. Phenolic Compound Biochemistry. *Springer*. Netherlands.
- Won, O. J., Uddin, M. R., Park, K. W., Pyon, J. Y., and Park, S. U. 2013. Phenolic Compounds in Sorghum Leaf Extracts and Their Effects on Weed Control. *Allelopathy Journal*. 31 (1) : 147-155.

Yakup, Y.S. 2002. *Gulma dan Teknik Pengendaliannya. Raja Grafindo Persada.* Jakarta. 159 halaman.

Yanuartono., Purnamaningsih, H., Nururorzi, A. dan Indrajulianto, S. 2017. Saponin: Dampak terhadap Ternak. *Journal Peternakan Sriwijaya.* 6 (2) : 79- 90.

Zafar M., Tanveer, A., Zahid, A.C. and Ashraf, M. 2010. "Weed Crop Competition Effects on Growth and Yield of Sugarcane Planted Using Two Methods". *Pak. J. Bot.* 42 (2) : 815-82

