

LAPORAN PENELITIAN

PENELITIAN PEMBINAAN

**EFEKTIVITAS BIOHERBISIDA DARI LIMBAH CAIR PULP
KAKAO DALAM PENGENDALIAN BERBAGAI JENIS GULMA DI
KEBUN MASYARAKAT KECAMATAN DELI TUA KABUPATEN
DELISERDANG**



Peneliti:

**SYARIFAH WIDYA ULFA, M.Pd
198705122015032006**

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
(LP2M)
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
SUMATERA UTARA
MEDAN
2018**

IDENTITAS PENELITIAN

NAMA LENGKAP : SYARIFAH WIDYA ULFA, M.Pd
NIP : 19870512 201503 2 006
PANGKAT/ JABATAN : PENATA MUDA Tk. I (III /b)
JENIS KELAMIN : PEREMPUAN
TEMPAT/TGL LAHIR : MEDAN, 12 MEI 1987
ALAMAT : JL. TANGGUK BONGKAT II NO. 46
KEL. TEGAL S MANDALA II KEC.
MEDAN DENAI.
NO HP : 0812- 6527 6922
EMAIL : syarifahwidyaulfa05@gmail.com
RIWAYAT PENDIDIKAN : S.1 PENDIDIKAN BIOLOGI
S.2 PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS / PRODI. : ILMU TARBIYAH DAN
KEGURUAN/ PENDIDIKAN BIOLOGI
JUDUL PENELITIAN : EFEKTIVITAS BIOHERBISIDA
DARI LIMBAH CAIR PULP
KAKAO DALAM PENGENDALIAN
BERBAGAI JENIS GULMA DI
KEBUN MASYARAKAT
KECAMATAN DELI TUA
KABUPATEN DELISERDANG

LEMBAR PENGESAHAN

1. a. Judul Penelitian : Efektivitas Bioherbisida Dari Limbah Cair Pulp Kakao Dalam Pengendalian Berbagai Jenis Gulma Di Kebun Masyarakat Kecamatan Delitua Kabupaten Deli Serdang
- b. Kluster Penelitian : Penelitian Pembinaan
- c. Bidang Keilmuan : Botani
- d. Kategori : Individu
2. Peneliti : Syarifah Widya Ulfa, M.Pd
3. ID Peneliti : 201205870108000
4. Unit Kerja : Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
5. Waktu Penelitian : 6 Bulan
6. Lokasi Penelitian : Kecamatan Delitua Kab.Deliserdang
7. Biaya Penelitian : Rp 15.000.000,- (Lima Belas Juta Rupiah)

Medan, Oktober 2018

Disahkan oleh Ketua
Lembaga Penelitian dan Pengabdian
kepada Masyarakat (LP2M) UIN
Sumatera Utara Medan

Peneliti,

Prof. Dr. Pagar, M.Ag.
NIP. 195812311988031016

Syarifah Widya Ulfa, M.Pd
19870512 201503 2 006

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan di bawah ini;

Nama : Syarifah Widya Ulfa, M.Pd

Jabatan : Penata Muda Tk. I (III /b)

Unit Kerja : Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Alamat : Jl. Tangguk Bongkar II No 46 Tegal Sari Mandala II
Kecamatan Medan Denai

dengan ini menyatakan bahwa:

1. Judul penelitian “Efektivitas Bioherbisida Dari Limbah Cair Pulp Kakao Dalam Pengendalian Berbagai Jenis Gulma Di Kebun Masyarakat Kecamatan Delitua Kabupaten Deli Serdang” merupakan karya orisinal saya.
2. Jika di kemudian hari ditemukan fakta bahwa judul, hasil atau bagian dari laporan penelitian saya merupakan karya orang lain dan/atau plagiasi, maka saya akan bertanggung jawab untuk mengembalikan 100% dana hibah penelitian yang telah saya terima, dan siap mendapatkan sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Medan, Oktober 2018
Yang Menyatakan,

Syarifah Widya Ulfa, M.Pd
19870512 201503 2 006

ABSTRAK

Gulma dikenal sebagai tumbuhan yang mampu beradaptasi pada ritme pertumbuhan tanaman budidaya. Pertumbuhan gulma cepat, daya regenerasinya tinggi apabila terluka, dan mampu berbunga walaupun kondisinya dirugikan oleh tanaman budidaya. Secara fisik, gulma bersaing dengan tanaman budidaya untuk ruang, cahaya, dan secara kimiawi untuk air, nutrisi, gas-gas penting, dan dalam peristiwa allelopati. Beberapa jenis gulma dapat memperbanyak diri dengan tuber (modifikasi dari akar yang berisi cadangan makanan). Penelitian dilakukan di Kecamatan Deli Tua Kabupaten Deliserdang. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan September 2018. Lokasi penelitian merupakan daerah yang banyak ditanami Kakao dan kelapa sawit. Metode dalam Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), yang terdiri dari 5 perlakuan dan 6 ulangan, dengan perlakuan lama fermentasi limbah cair pulp. Tingkat keracunan bioherbisida terhadap tanaman gulma diamati setelah empat belas hari setelah aplikasi bioherbisida pulp kakao dengan system penilaian scoring. Hasil yang didapat pada penelitian ini menunjukkan bahwa Fermentasi pulp kakao memberikan pengaruh terhadap keracunan gulma *Ageratum conyzoides*, *Axonopus compressus*, *Borreria latifolia*, *Cyperus kylingia*, dan *Paspalum conjugatum*. Fermentasi yang efektif pada F3, yaitu fermentasi selama 3 minggu. Terdapat 4 jenis gulma yang tingkat keracunan lebih tinggi dibandingkan dengan lama fermentasi 1, 2, dan 4 minggu. Dari kelima jenis gulma, bioherbisida pulp kakao sangat efektif tingkat keracunannya pada jenis gulma *Ageratum conyzoides*. Hal ini ditunjukkan bahwa tingkat keracunannya sampai hari ke 14 cukup tinggi.

Keywords : Gulma, Pulp kakao, Fermentasi, Bioherbisida

DAFTAR ISI

	Hal
IDENTITAS PENELITI	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Permasalahan	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Signifikansi Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Sejarah Tanaman Kakao	5
2.2 Morfologi Tanaman Kakao	6
2.3 Syarat Tumbuh Tanaman Kakao	13
2.4 Penyimpanan Benih Kakao	14
2.5 Media Simpan	15
2.6 Fermentasi	17
2.7 Bakteri yang Berperan dalam Fermentasi	18
2.8 Pengertian Gulma	19
2.9 Jenis-Jenis Gulma	26
2.10 Jenis-jenis Gulma Di Perkebunan Kelapa Sawit	28
2.11 Metode Pengendalian Gulma	28
2.12 <i>Ageratum conyzoides</i>	38
2.13 <i>Axonopus compressus</i>	41
2.14 <i>Borreria latifolia</i>	42
2.15 <i>Cyperus kyllingia</i>	43
2.16 <i>Paspalum conjugatum</i>	45
2.17 Penelitian-penelitian yang relevan	46
BAB III METODE PENELITIAN	50
3.1. Tempat dan Waktu	50
3.2 Metode Penelitian	50
3.3 Bahan dan Peralatan	50
3.4 Perlakuan	51
3.5 Tahapan Penelitian	51

3.6 Pengamatan dan Indikator	52
3.7 Jadwal Penelitian	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	54
4.1 Hasil.....	54
a. <i>Ageratum conyzoides</i>	54
b. <i>Axonopus compressus</i>	55
c. <i>Borreria latifolia</i>	56
d. <i>Cyperus kyllingia</i>	57
e. <i>Paspalum conjugatum</i>	57
f. Efektivitas Fermentasi.....	58
4.2 Pembahasan	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	64
A. Kesimpulan	64
B. Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65

DAFTAR TABEL

1. Perbedaan Kakao Lindak dan Kakao Mulia	6
2. Komposisi Kimia Pulp Kakao	10
3. Beberapa Jenis Gulma Di Perkebunan Kelapa Sawit	28
4. Tingkat Keracunan Bioherbisida Terhadap Tanaman Gulma	51
5. Jadwal Pelaksanaan Penelitian	53
6. Tingkat Keracunan Gulma <i>Ageratum conyzoides</i>	54
7. Tingkat Keracunan Gulma <i>Axonopus compressus</i>	55
8. Tingkat Keracunan Gulma <i>Borreria latifolia</i>	56
9. Tingkat Keracunan Gulma <i>Cyperus kyllingia</i>	57
10. Tingkat Keracunan <i>Paspalum conjugatum</i>	58
11. Efektivitas pengaplilasian bioherbisida	59

DAFTAR GAMBAR

1. Pengaruh luas petak contoh	25
2. Struktur kimia Glifosat	35
3. Struktur kimia 2,4-D.....	35
4. Molekul Klorofil.....	36
5. Struktur Klorofil a dan Struktur Klorofil b.....	37
6. <i>Ageratum conyzoides</i>	39
7. <i>Axonopus compressus</i>	40
8. <i>Cyperus kyllingia</i> Endl	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gulma <i>Ageratum conyzoides</i>	69
Lampiran 2 Gulma <i>Axonopus compressus</i>	72
Lampiran 3 Gulma <i>Borreria latifolia</i>	75
Lampiran 4 Gulma <i>Cyperus kyllingia</i> Endl.....	78
Lampiran 5 Gulma <i>Paspalum conjugatum</i>	81
Lampiran 6 Penyiapan Areal dan Bahan Bioherbisida pulp kakao	84
Lampiran 7 Fermentasi Pulp Kakao	85
Lampiran 8 Gambar Tingkat Keracunan Gulma <i>Ageratum conyzoides</i> hari pertama	86
Lampiran 9 Gambar Tingkat Keracunan Gulma <i>Axonopus compressus</i> hari pertama	89
Lampiran 10 Gambar Tingkat Keracunan Gulma <i>Borreria latifolia</i> hari pertama	91
Lampiran 11 Gambar Tingkat Keracunan Gulma <i>Cyperus kyllingia</i> hari pertama.....	94

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Gulma adalah tumbuhan yang tumbuhnya salah tempat. Sebagai tumbuhan, gulma selalu berada di sekitar tanaman yang dibudidayakan dan berasosiasi dengannya secara khas. Karena luasnya penyebaran, gulma mempunyai berbagai nama sesuai dengan asal daerah dan negaranya seperti Weed (Inggris), Unkraut (Jerman), Onkruid (Belanda), dan Tzao (Cina), serta banyak nama lainnya (Moenandir, 1993).

Gulma adalah tumbuhan yang mudah tumbuh pada setiap tempat yang berbeda-beda, mulai dari tempat yang miskin nutrisi sampai yang kaya nutrisi. Sifat inilah yang membedakan gulma dengan tanaman yang dibudidayakan. Kemampuan gulma mengadakan regenerasi besar sekali, khususnya pada gulma perennial. Gulma perennial dapat menyebar dengan vegetatif. Luasnya penyebaran karena daun dapat dimodifikasikan, demikian juga pada bagian-bagian lain; inilah yang memungkinkan gulma unggul dalam persaingan dengan tanaman budidaya. Di samping itu, gulma juga dapat membentuk biji dalam jumlah banyak, ini pulalah yang memungkinkan gulma cepat berkembang biak (Moenandir, 1993).

Gulma dikenal sebagai tumbuhan yang mampu beradaptasi pada ritme pertumbuhan tanaman budidaya. Pertumbuhan gulma cepat, daya regenerasinya tinggi apabila terluka, dan mampu berbunga walaupun kondisinya dirugikan oleh tanaman budidaya. Secara fisik, gulma bersaing dengan tanaman budidaya untuk ruang, cahaya, dan secara kimiawi untuk air, nutrisi, gas-gas penting, dan dalam peristiwa allelopati. Beberapa jenis gulma dapat memperbanyak diri dengan tuber (modifikasi dari akar yang berisi cadangan makanan).

Keberadaan gulma dengan jumlah populasi cukup tinggi mengakibatkan kerugian besar bagi manusia sehingga perlu dikendalikan. Pengendalian gulma dapat dilakukan secara preventif, manual, kultur teknis, biologi, hayati, terpadu, dan atau secara kimia dengan menggunakan herbisida.

Pengendalian gulma dapat didefinisikan sebagai proses membatasi infestasi gulma sedemikian rupa sehingga tanaman budidaya lebih produktif. Dengan kata lain pengendalian bertujuan hanya menekan populasi gulma sampai tingkat populasi yang tidak merugikan secara ekonomi atau tidak melampaui ambang ekonomi, sehingga sama sekali tidak bertujuan menekan populasi gulma sampai nol. Pengendalian gulma dapat dilakukan dengan berbagai cara. Pada dasarnya ada enam macam metode pengendalian gulma, yaitu : mekanis, kultur teknis, fisik, biologis, kimia dan terpadu.

Pengendalian gulma dengan cara kimia lebih diminati akhir-akhir ini, terutama untuk lahan pertanian yang cukup luas (Sukman et al, 1991).

Pengendalian dengan cara kimia ini adalah dengan menggunakan herbisida. Menurut Tjitrosoedirdjo et al. (1984), pengendalian dengan menggunakan herbisida memiliki beberapa keuntungan yaitu penggunaan tenaga kerja yang lebih sedikit dan lebih mudah dan cepat dalam pelaksanaan pengendaliannya. Salah satu pertimbangan yang penting dalam pemakaian herbisida adalah untuk mendapatkan pengendalian yang selektif, yaitu mematikan gulma tetapi tidak merusak tanaman budidaya. Keberhasilan aplikasi suatu herbisida dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu : jenis herbisida, formulasi herbisida, ukuran butiran semprot, volume semprotan dan waktu pemakaian (pra pengolahan, pra tanam, pra tumbuh atau pasca tumbuh). Faktor lainnya yang mempengaruhi keberhasilan aplikasi herbisida adalah sifat kimia dari herbisida itu sendiri, iklim, kondisi tanah dan aktivitas mikroorganisme. Teknik penyemprotan dan air pelarut yang digunakan juga mempengaruhi efektivitas herbisida yang diaplikasikan (Utomo et al, 1998).

Namun, penggunaan herbisida secara terus menerus dapat memberikan dampak negatif bagi lingkungan yaitu terjadinya keracunan pada organisme non target, polusi sumber-sumber air dan kerusakan tanah, juga keracunan akibat residu herbisida pada produk pertanian (Genowati dan Suwahyono, 2008). Dengan semakin meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya kelestarian lingkungan, maka semakin meningkat pula tuntutan masyarakat akan proses usaha tani yang ramah lingkungan dan produk pertanian yang lebih aman. Salah satu alternatif usaha pengendalian gulma pertanian dan perkebunan adalah menggunakan bioherbisida. Bioherbisida adalah suatu jenis herbisida yang bahan aktifnya berasal dari makhluk hidup. Dalam penelitian ini penulis mencoba memanfaatkan limbah tanaman kakao yang dapat dimanfaatkan sebagai bio herbisida.

Tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas ekspor non migas Indonesia, baik sebagai sumber penghidupan bagi petani produsen maupun penyumbang devisa negara dari subsektor perkebunan. Sejauh ini, kakao dimanfaatkan sebagai bahan penyedap yang digunakan untuk produksi makanan, kue, minuman, bahan kosmetik dan sumber lemak nabati (Sunarto, 1992).

B. Permasalahan

1. Identifikasi Permasalahan

Pengendalian gulma dengan cara menggunakan herbisida kimia banyak diminati terutama untuk lahan pertanian yang cukup luas. Hal tersebut dikarenakan herbisida kimiawi dapat mengendalikan gulma sebelum mengganggu, mengendalikan gulma pada tanaman kelapa

sawit, mencegah kerusakan tanaman kelapa sawit, lebih efektif membunuh gulma tanaman tahunan dan semak blukar, dan meningkatkan hasil panen pada tanaman kelapa sawit dibandingkan dengan penyiangan biasa (Sukman dan Yakup, 2002).

Kabupaten Deliserdang Kecamatan Delitua merupakan wilayah yang masih banyak memiliki petani kakao, sehingga pulp kakao banyak terbuang. Oleh sebab itu peneliti ingin memanfaatkan limbah pulp kakao dari petani kakao untuk diaplikasikan dalam pengendalian beberapa jenis gulma diareal kebun petani kelapa sawit di wilayah tersebut, sehingga limbah pulp kakao dapat dimanfaatkan secara optimal.

2. Batasan Permasalahan

Proses pemanfaatan pulp kakao belum banyak diketahui oleh masyarakat secara umum, sehingga sering terjadi permasalahan limbah pada saat proses pengolahan awal kakao. Melalui kasus ini, maka dilakukan penelitian dengan memanfaatkan limbah pulp kakao untuk menghasilkan bioherbisida berbahan alami yang tentunya sangat bermanfaat sebagai herbisida yang ramah lingkungan

3. Rumusan Permasalahan

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- Apakah bioherbisida dari limbah cair pulp kakao efektif dalam mengendalikan berbagai jenis gulma di Kebun Masyarakat Kecamatan Delitua Kabupaten Deli Serdang ?
- Apakah penggunaan bioherbisida dari limbah cair pulp kakao dapat mengurangi penggunaan bahan kimia pengendali berbagai jenis gulma di Kebun Masyarakat Kecamatan Delitua Kabupaten Deli Serdang ?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui efektifitas bioherbisida dari limbah cair pulp kakao dalam mengendalikan berbagai jenis gulma di Kebun Masyarakat Kecamatan Deli Tua Kabupaten Deli Serdang
2. Untuk mengurangi penggunaan bahan kimiadalam pengendalian gulma di Kebun Masyarakat Kecamatan Deli Tua Kabupaten Deli Serdang

D. Signifikansi Penelitian

Berdasarkan latar belakang penelitian, maka signifikansi penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama waktu fermentasi bioherbisida limbah cair pulp kakao terhadap tingkat kematian gulma.

E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu sumber informasi, dan bermanfaat bagi masyarakat umum dalam mengendalikan gulma dengan menggunakan bioherbisida limbah cair pulp kakao.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sejarah Tanaman Kakao

Tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) berasal dari hutan-hutan tropis di Amerika Tengah dan di Amerika Selatan bagian Utara. Penduduk yang pertama kali mengusahakan tanaman kakao serta menggunakannya sebagai bahan makanan dan minuman adalah Suku Indian Maya dan Suku Astek (Aztec). Di Indonesia tanaman kakao diperkenalkan oleh orang Spanyol pada tahun 1560 di Minahasa dan Sulawesi. Kakao merupakan salah satu hasil perkebunan yang dapat memberikan kontribusi untuk peningkatan devisa Indonesia selain itu kakao memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Produksi kakao semakin meningkat dan kita ketahui pemanfaatan kakao sangat banyak, mulai dari biji sampai lemaknya dapat dimanfaatkan menjadi produk. Sebagai salah satu penghasil kakao, Indonesia harus dapat meningkatkan mutu biji kakao menjadi sebuah produk agar dapat bersaing dengan Negara Negara penghasil kakao lainnya.

Taksonomi kakao adalah sebagai berikut:

Kerajaan : Plantae
Divisi : Spermaphyta
Sub divisi : Angiospermae,
Kelas : Dicotyledoneae
Anak kelas : Dialypetalae
Ordo : Malvales
Famili : Sterculiaceae
Genus : *Theobroma*;
Species : *Theobroma cacao* L

(Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2010).

Kakao mulai di perkenalkan oleh orang-orang Spanyol ke Indonesia pada tahun 1560 di Minahasa, Sulawesi Utara. Pada tahun 1825-1838 Indonesia telah mengeksport sebanyak 92 ton kakao dari pelabuhan Manado ke Manila. Nilai ekspor itu di kabarkan menurun karena adanya serangan hama pada tanaman kakao. Namun pada tahun 1919 Indonesia masih mampu mengeksport 30 ton kakao, tetapi pada tahun 1928 ekspor itu akhirnya terhenti. Pada tahun 1859 sudah terdapat 10.000-12.000 tanaman kakao di Ambon dan menghasilkan 11,6 ton kakao. Namun, tanaman itu hilang tanpa informasi lebih lanjut (Wahyudi et al., 2008).

Komoditi kakao secara garis besar terbagi atas 2, yaitu : kakao mulia (edel cacao) dan kakao lindak (bulk cacao). Terbagi jenis kakao ini disebabkan adanya perbedaan dari sifat fisik dan kimia pada masing-masing kakao (Anonim, 2010a).

Tabel 1. Perbedaan Kakao Lindak dan Kakao Mulia

Kakao Mulia (Edel)	Kakao Lindak (Bulk)
Bentuk buah bulat telur sampai lonjong	Bentuk buah umumnya bulat sampai bulat telur
Warna buah merah muda	Warna buah hijau muda
Biji besar dan bulat	Biji gepeng dan kecil
Berat biji kering lebih dari 1,2 gram	Berat biji kering rata-rata 1 gram
Warna kotiledon dominan putih	Warna kotiledon dominant ungu
Kandungan lemak biji kurang dari 56%	Kandungan lemak biji mendekati atau lebih dari 56%
Ukuran dan berat biji homogen	Ukuran dan berat biji heterogen
Aroma dan rasa lebih baik	Aroma dan rasa kurang

Sumber : Anonim, 2010a.

2..1.1 Batang dan Cabang

Diawal pertumbuhannya tanaman kakao yang diperbanyak dengan biji akan membentuk batang utama sebelum tumbuh cabang-cabang primer. Letak pertumbuhan cabang-cabang primer disebut jorquette, dengan ketinggian yang ideal 1,2 – 1,5 meter dari permukaan tanah dan jorquette ini tidak terdapat pada kakao yang diperbanyak secara vegetatif. Ditinjau dari segi pertumbuhannya, cabang-cabang pada tanaman kakao tumbuh ke arah atas dan samping. Cabang yang tumbuh ke arah atas disebut cabang orthotrop dan cabang yang tumbuh kearah samping disebut dengan plagiotrop. Dari batang dan kedua jenis cabang tersebut sering ditumbuhi tunas-tunas air (Chupon) yang banyak menyerap energi, sehingga bila dibiarkan tumbuh akan mengurangi pembungaan dan pembuahan (Suhaidi, 2005).

2.2. Morfologi Tanaman Kakao

Tanaman kakao termasuk tanaman tahunan yang tergolong dalam kelompok tanaman caulofloris, yaitu tanaman yang berbunga dan berbuah pada batang dan cabang. Tanaman ini pada garis besarnya dapat dibagi atas dua bagian, yaitu bagian vegetatif yang meliputi akar, batang serta daun dan bagian generative yang meliputi bunga dan buah. Benih kakao termasuk benih rekalsitran, yaitu benih yang tidak tahan dikeringkan, peka terhadap suhu dan kelembaban rendah, berdaya simpan rendah dan peka terhadap perubahan lingkungan simpan (Lukito et al., 2010).

Tanaman kakao asal biji, setelah mencapai tinggi 0,9 – 1,5 meter akan berhenti tumbuh dan membentuk jorket (jorquette). Jorket adalah tempat percabangan dari pola percabangan ortotrop ke plagiotrop dan khas hanya pada tanaman kakao. Pembentukan jorket didahului dengan berhentinya pertumbuhan tunas ortotrop karena ruas-ruasnya tidak memanjang. Pada ujung tunas tersebut, stipula (semacam sisik pada kuncup bunga) dan kuncup

ketiak daun serta tunas daun tidak berkembang. Dari ujung perhentian tersebut selanjutnya tumbuh 3-6 cabang yang arah pertumbuhannya condong ke samping membentuk sudut 0–60° dengan arah horisontal. Cabang-cabang itu disebut dengan cabang primer (cabang plagiotrop). Pada cabang primer tersebut kemudian tumbuh cabang-cabang lateral (fan) sehingga tanaman membentuk tajuk yang rimbun (Azwar, 2008).

2.2.1. Akar

Tanaman kakao mempunyai akar tunggang yang pertumbuhannya dapat mencapai 8 meter ke arah samping dan 15 meter ke arah bawah. Perkembangan akar lateral tanaman kakao sebgaiian besar berkembang dekat permukaan tanah, yaitu pada jarak 0 hingga 30 cm. Penyebaran akar yaitu meliputi 56% akar lateral tumbuh pada bagian 0-10 cm, 26% pada bagian 11-20 cm, 14% pada bagian 21-30 cm dan hanya 4% yang tumbuh dari bagian lebih dari 30 cm dari permukaan tanah. Jangkauan jelajah akar lateral tanaman kakao ternyata dapat jauh di luar proyeksi tajuk. Ujung akar membentuk cabang-cabang kecil yang susunannya tidak teratur (Siregar et al., 1989).

Kakao yang diperbanyak secara vegetatif pada awal pertumbuhannya tidak membentuk akar tunggang, melainkan akar-akar serabut yang banyak jumlahnya. Setelah dewasa tanaman tersebut akan membentuk dua akar yang menyerupai akar tunggang. Pada kecambah yang telah berumur 1 – 2 minggu terdapat akar-akar cabang (*radix lateralis*) yang merupakan tempat tumbuhnya akar-akar rambut (*fibrilla*) dengan jumlah yang cukup banyak. Pada bagian ujung akar ini terdapat bulu akar yang dilindungi oleh tudung akar (*calyptra*). Bulu akar inilah yang berfungsi menyerap larutan dan garam-garam tanah. Diameter bulu akar hanya 10 mikro dan panjang maksimum hanya 1 mm (Sumarna, 2008)

2.2.2 Bunga

Bunga kakao tergolong bunga sempurna, terdiri atas daun kelopak (*calyx*) sebanyak 5 helai dan benang sari (*Androecium*) berjumlah 10 helai. Diameter bunga 1,5 centimeter. Bunga disangga oleh tangkai bunga yang panjangnya 2 – 4 centimeter (Lukito, 2010). Pembungaan kakao bersifat cauliflora dan ramiflora, artinya bunga-bunga dan buah tumbuh melekat pada batang atau cabang, dimana bunganya terdapat hanya sampai cabang sekunder. Tanaman kakao dalam keadaan normal dapat menghasilkan bunga sebanyak 6.000 – 10.000 pertahun tetapi hanya sekitar lima persen yang dapat menjadi buah (Heddy, 1990).

2.2.3. Buah

Buah kakao berupa buah buni yang daging bijinya sangat lunak. Kulit buah mempunyai sepuluh alur dan tebalnya 1–2 cm. Bentuk, ukuran dan warna buah kakao bermacam-macam serta panjangnya sekitar 10–30 cm. Jumlah bunga yang menjadi buah sampai matang, jumlah biji dan berat biji yang ada di dalam buah merupakan faktor-faktor yang menentukan produksi. Buah muda yang ukurannya kurang dari 10 cm disebut *cherelle* (buah pentil). Pada waktu muda, biji menempel pada bagian dalam kulit buah, tetapi bila buah telah matang maka biji akan terlepas dari kulit buah. Buah yang demikian akan berbunyi bila digoncang (Sunarto, 1992).

Umumnya ada tiga macam warna buah kakao, yaitu hijau muda sampai hijau tua waktu muda dan menjadi kuning setelah masak, warna merah serta campuran antara merah dan hijau. Buah ini akan masak 5–6 bulan setelah terjadinya penyerbukan. Buah muda yang ukurannya kurang dari 10 cm disebut *cherelle* (pentil). Buah ini sering sekali mengalami pengeringan (*cherellewilt*) sebagai gejala spesifik dari tanaman kakao. Gejala demikian disebut *physiological effect thinning*, yakni adanya proses fisiologis yang menyebabkan terhambatnya penyaluran hara yang menunjang pertumbuhan buah muda. Gejala tersebut dapat juga dikarenakan adanya kompetisi energi antara vegetatif dan generatif atau karena adanya pengurangan hormon yang dibutuhkan untuk pertumbuhan buah muda (Nurma, 2006).

Biji kakao tidak mempunyai masa dormasi sehingga penyimpanan biji untuk benih dengan waktu yang agak lama tidak memungkinkan. Biji ini diselimuti oleh lapisan yang lunak dan manis. Palp ini dapat menghambat perkecambahan dan karenanya biji yang akan digunakan untuk menghindari dari kerusakan biji dimana jika pulp ini tidak dibuang maka didalam penyimpanan akan terjadi proses fermentasi sehingga dapat merusak biji (Heddy, 1990).

Coklat dengan kandungan kakao (biji coklat) lebih dari 70% juga memiliki manfaat untuk kesehatan, karena coklat kaya akan kandungan antioksidan yaitu fenoldan flavonoid yang dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh sangat besar. Dengan adanya antioksidan, akan mampu untuk menangkap radikal bebas dalam tubuh. Besarnya kandungan antioksidan ini bahkan 3 kali lebih banyak dari teh hijau, minuman yang selama ini sering dianggap sebagai sumber antioksidan. Sekarang ini banyak bahan pangan yang memberikan efek positif pada kesehatan.

Oleh karena itu, penggunaan pangan yang diketahui sebagai bahan fungsional merupakan hal yang sangat bermanfaat. Jahe merupakan salah satu rempah, sangat baik bagi kesehatan, yang memiliki aroma yang tajam dan rasa pedas. Saat ini penggunaan pangan fungsional untuk kesehatan sudah sangat banyak karena keinginan banyak orang untuk

meningkatkan kesehatan dengan cara yang alami. Karena banyaknya obat-obatan yang mengandung bahan kimia yang berbagai efek samping, sehingga banyaknya masyarakat yang menggunakan bahan-bahan alam untuk kesehatan seperti jahe.

Produk olahan yang diproduksi dengan bahan baku kakao banyak ditemui di pasaran misalnya permen, bubuk, susu dll yang terbuat dari coklat. Produk olahan dari biji coklat banyak disukai masyarakat. Selain itu juga kandungan komponen bioaktif di dalamnya, berpotensi untuk meningkatkan kesehatan. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dalam penelitian ini dilakukan pembuatan dark coklat dan ditambahkan ekstrak jahe sebagai isian yang diisi pada bagian tengah dark, yang sebagaimana kita ketahui jahe sangat bermanfaat bagi kesehatan dan banyak disukai oleh masyarakat. Selain jahe, kakao juga memiliki banyak manfaat terutama bagi kesehatan karena mengandung fenol, flavonoid, vitamin A, vitamin B1, vitamin C, vitamin D, dan vitamin E. Selain itu, coklat juga mengandung zat maupun nutrisi yang penting untuk tubuh seperti zat besi, kalium dan kalsium, dan Sebagai antioksidan bagi tubuh.

a. Pulp Kakao

Secara umum buah kakao terdiri dari empat bagian yaitu kulit, plasenta, pulp, dan biji. Buah yang matang berkulit tebal dan berisi 30 – 50 biji yang masing-masing terbungkus oleh pulp berwarna putih, manis dan berlendir yang sangat bermanfaat dalam proses fermentasi. Bagian dalam biji yang disebut kotiledon, merupakan bagian yang digunakan untuk pembuatan produk kakao setelah melalui proses pengolahan pasca panen.

Komposisi pulp kakao yaitu:

- a. Kulit (544,8 gram)
- b. Pulp (48,0 gram)
- c. Plasenta (-)
- d. Biji (676,5 gram)

Yang dimaksud dengan pulp adalah lapisan yang berwarna putih yang melapisi permukaan biji kakao. Pulp yang melingkupi biji kakao terdiri dari 80 – 90% air dan 12 – 15% gula, dalam bentuk glukosa dan sukrosa. Gula ini merupakan komponen yang sangat penting untuk pertumbuhan mikroba selama proses fermentasi. Pulp merupakan lapisan tebal endosperm, yang terdiri dari sel-sel turbular dengan ruangan antar sel yang besar. Pada buah mentah lapisan ini membengkak, akan tetapi pada buah masak lapisan ini lunak dan berlendir. Selama proses fermentasi sel-sel ini mati dan terlepas, membentuk selaput seperti butir-butir pasta, mudah dilepaskan dari kulit biji (Nasution *et al.*, 1985).

Tabel 2 Komposisi Kimia Pulp Kakao

Komponen	Kandungan (%)
Air	80 – 90
Albuminoid	0.5 – 0.7
Glukosa	8 – 13
Sukrosa	0.4 – 1.0
Pati	Sedikit
Asam	0.2 – 0.4
Besi Oksida	0.03
Garam-garam	0.4 – 0.45

Sumber: Nasution *et al* (1985).

Sebelum terjadi proses fermentasi, pH pulp adalah sekitar 3.5 dan protein serta asam nitrat 1 – 3%. Senyawa-senyawa lain yang juga terdapat dalam pulp kakao adalah kalium, kalsium, magnesium, albuminoids dan lain-lain. Saat buah kakao dipecah, pulp akan terkontaminasi dengan jasad renik, sehingga proses fermentasi pulp terjadi. Proses fermentasi ini menyebabkan terjadinya dua perubahan besar pada pulp, yaitu (1) peragian gula menjadi alkohol oleh khamir dan bakteri asam laktat dan (2) peragian alkohol menjadi asam asetat oleh bakteri asam asetat. Volum dan komposisi pulp akan berubah-ubah setiap hari dan terus menerus terfermentasi (Away, 1985).

b. Dark Coklat

Cokelat juga telah menjadi salah satu rasa yang paling populer di dunia, selain sebagai cokelat batangan yang paling umum dikonsumsi, cokelat juga menjadi bahan minuman hangat dan dingin. Cokelat mengandung alkaloid-alkaloid seperti teobromin, fenetilamina, dan anandamida, yang memiliki efek fisiologis untuk tubuh. Kandungan-kandungan ini banyak dihubungkan dengan tingkat serotonin dalam otak (Anonim, 2007a) Keuntungan dari dark coklat yaitu mengandung flavanoids dan sebagai antioksidan. Antioksidan melindungi tubuh dari penuaan yang disebabkan oleh radikal bebas, yang bisa menyebabkan kerusakan yang mengakibatkan penyakit jantung.

Menurut ilmuwan cokelat yang dimakan dalam jumlah normal secara teratur dapat menurunkan tekanan darah. Cokelat hitam akhir-akhir ini banyak mendapatkan promosi karena menguntungkan kesehatan bila dikonsumsi dalam jumlah sedang, termasuk kandungan anti oksidannya yang dapat mengurangi pembentukan radikal bebas dalam tubuh. Dark chocolate dan coklat bubuk mungkin menjadi makanan super yang berikutnya berkat kandungan antioksidan yang tinggi. Dark chocolate dan bubuk kakao itu setara atau bahkan lebih tinggi daripada yang ditemukan di beberapa “buah super” baik itu dalam bentuk serbuk atau jus, termasuk berry Acai, blueberry, cranberry, dan delima.

Antioksidan adalah kelompok senyawa yang dikenal untuk melawan kerusakan akibat stres oksidatif pada sel-sel dalam. kadar antioksidan per 40 gram (1.4 ons) coklat gelap (mengandung 60% 63% kakao) dan bubuk kakao vs jus buah super. Jus buah termasuk Acai, blueberry, cranberry, dan jus delima dengan komposisi 100%. Aktivitas antioksidan total coklat gelap per porsi secara signifikan lebih tinggi daripada jus buah super kecuali untuk jus buah delima. Ukuran melayani khas untuk jus buah satu cangkir. Kandungan polifenol total per porsi tertinggi untuk coklat gelap di sekitar 1.000 miligram per porsi. Ini jauh lebih tinggi daripada jus buah kecuali jus buah delima. Dark chocolate juga memiliki kandungan flavonol total per porsi di lebih dari 500 miligram, diikuti oleh minuman kakao sekitar 400 (Anonim, 2007a).

Cokelat hitam mengandung sejumlah besar antioksidan (hampir 8 kali lebih besar dari pada yang ditemukan di buah strawberry). Flavonoid juga membantu merilekskan tekanan darah dengan memproduksi nitritoksida dan menyeimbangkan beberapa hormon di dalam tubuh. Di dalam dark chocolate terdapat beberapa flavonoids, terutama adalah epicatechin, yang memiliki efek antioksidan dan antitrombotik (anti penggumpalan darah). Cokelat mengandung alkaloid alkaloid seperti teobromin fenetilamina, dan anandamida, yang memiliki efek fisiologis untuk tubuh. Kandungan-kandungan ini banyak dihubungkan dengan tingkat serotonin dalam otak. Menurut ilmuwan cokelat yang dimakan dalam jumlah normal secara teratur dapat menurunkan tekanan darah. Cokelat hitam banyak mendapatkan promosi karena menguntungkan kesehatan bila dikonsumsi dalam jumlah sedang, termasuk kandungan anti oksidannya yang dapat mengurangi pembentukan radikal bebas dalam tubuh. Itu sebabnya cokelat hitam baik untuk jantung. Layaknya jenis makanan yang mengandung flavonoid, cocoa mengandung komponen antioksidan yang berperan mengontrol kadar LDL serupa vitamin E (Anonim, 2007b).

Sepotong kecil dark chocolate setiap hari dapat menjaga jantung dan system kardiovaskular agar berjalan baik. Berikut ini adalah kelebihan cokelat hitam (dark chocolate) (Anonim, 2007b):

1. Mengandung flavonoid yang disebut procyanidin dan epicatechin. Flavonoid merupakan bagian dari kelompok antioksidan yang dikenal sebagai polifenol dan ditemukan di sejumlah makanan termasuk teh, anggur merah, serta berbagai buah dan sayuran.
2. Mengurangi resiko pembekuan darah.
3. Meningkatkan aliran darah dalam arteri.
4. Menurunkan tekanan darah yang tinggi. Penelitian menunjukkan bahwa mengkonsumsi sepotong kecil dark chocolate setiap hari dapat mengurangi tekanan darah pada orang yang bertekanan darah tinggi.
5. Menurunkan oksidasi LDL (kolesterol jahat). Cokelat hitam dapat menurunkan LDL sampai 10%. Cocoa memberikan efek yang bermanfaat

pada kadar kolesterol karena kebanyakan terdiri dari asam stearat dan asam oleat. Asam stearat memang asam lemak jenuh, tapi tidak seperti kebanyakan asam lemak jenuh, asam stearat tidak menaikkan kadar kolesterol darah. Asam oleat sendiri merupakan asam lemak tak jenuh tunggal, yang tidak meningkatkan kolesterol dan justru bisa mengurangnya.

6. Dapat meningkatkan mood dan kesenangan dengan melejitkan kadar serotonin, yang memberikan perasaan senang sedangkan serotonin bisa bertindak sebagai anti depresi.
7. Dapat menstimulasi karena mengandung theobromin, kafein, dan substansi lain yang merupakan stimulant.

c. Lemak Kakao

Lemak kakao merupakan campuran dari beberapa jenis trigliserida. Trigliserida terdiri dari gliserol dan tiga asam lemak bebas. Salah satu diantaranya lemak tidak jenuh. Komposisi asam lemak bervariasi, tergantung pada kondisi pertumbuhan. Hal ini menyebabkan perbedaan karakteristik fisiknya, terutama berpengaruh pada sifat tekstur makanan cokelat dan proses pembuatannya. Lemak kakao dari biji yang mengandung asam lemak bebas (ffa) tinggi juga cenderung lebih lunak dari pada lemak dari biji kakao yang masih utuh. Lemak kakao adalah lemak alami yang diperoleh dari nib kakao (kotiledon) hasil proses pemisahan dengan proses pengepresan hidraulik atau expeller. Pengepresan bertujuan untuk memisahkan lemak atau minyak dari pecahan nib kakao. Banyaknya lemak yang dapat terekstrak tergantung dari lamanya pengepresan dan tekanan yang digunakan. Lemak kakao memiliki sifat khas yakni bersifat plastis, dan memiliki kandungan lemak padat yang relative tinggi (Wahyudi, 2008).

Lemak kakao mengandung asam oleat, palmitat dan stearat. Lemak kakao yang digunakan dalam pembuatan permen coklat harus memiliki ciri-ciri yakni akan mencair pada suhu $32^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C}$, mempunyai tekstur yang keras dan sedikit rapuh, serta warnanya tidak buram dan tetap cerah jika dicampur pada bahan lain serta memadat pada suhu kamar. Retensi waktu untuk penyimpanan juga harus disesuaikan dengan kondisi cokelat, karena jika tidak maka dapat menyebabkan cokelat akan melekat pada cetakan, menghasilkan warna yang buram serta menimbulkan blooming di permukaan cokelat. Dimana fungsi dari lemak kakao pada pembuatan coklat yakni untuk memadatkan (Ketaren, 1986). Lemak diartikan sebagai trigliserida yang dalam kondisi suhu ruang benda dalam keadaan padat. Dalam teknologi pengolahan es krim dan coklat lemak dan minyak memberikan tekstur yang lembut. Halus dan lunak (Sudarmadjudkk., 1996).

Pengganti lemak kakao yang dihasilkan dapat berupa lemak kakao ekuivalen yaitu pengganti lemak kakao yang mempunyai sifat fisik dan kimia yang sama dengan lemak kakao, sedangkan pengganti lemak kakao substitusi

yaitu lemak kakao yang hanya sifat fisiknya saja mirip dengan lemak kakao. Kualitas yang baik dari lemak kakao adalah keras pada suhu kamar, mempunyai titik cair yang sama dengan temperatur tubuh, dan mempunyai derajat kompatibilitas dengan lemak kakao dan lemak susu. Lemak yang tidak memiliki persamaan dengan lemak kakao tetapi dapat digunakan dengan baik apabila dicampurkan dalam jumlah kecil pada lemak kakao atau coklat dapat disebut sebagai pengganti lemak kakao (cocoabutter substitution). Lemak ini dapat diproduksi dari minyak kelapa, kelapa inti sawit, serta minyak kacang (Minifie, 1999)

2.3. Syarat Tumbuh Tanaman Kakao

Sejumlah faktor iklim dan tanah dapat menjadi kendala bagi pertumbuhan dan produksi tanaman kakao. Lingkungan alami tanaman kakao adalah hutan tropis. Dengan demikian curah hujan, temperature, dan sinar matahari menjadi bagian dari faktor iklim. Selain itu juga peremajaan tanaman optimal sangat diperlukan karena sangat mempengaruhi produksi buah kakao.

2.3.1. Iklim

Lingkungan yang alami bagi tanaman kakao adalah hutan tropis, dengan demikian curah hujan, suhu, kelembaban udara, intensitas cahaya dan angin merupakan faktor pembatas penyebaran tanaman kakao. Faktor iklim yang relevan dengan pertumbuhan kakao adalah curah hujan tahunan dan sebarannya sepanjang tahun. Curah hujan yang terlalu rendah atau terlalu tinggi mempunyai dampak negatif pada tanaman kakao. Bila terlalu rendah, tidak tersedia cukup air bagi tanaman dapat menyebabkan stress dan kematian, tergantung pada taraf kekeringannya. Sebaliknya, curah hujan tahunan terlalu tinggi dapat menyebabkan dampak negatif berupa erosi (Prawoto, 2008).

Lingkungan alami tanaman kakao adalah hutan tropis dengan curah hujan yang ideal adalah pada daerah yang bercurah hujan 1.100 mm sampai dengan 3.000 mm per tahun. Temperatur yang ideal bagi pertumbuhan kakao adalah 30⁰C sampai 32⁰C (maksimum) dan 18⁰C sampai 21⁰C (minimum) (Lukito et al., 2010).

Ditinjau dari wilayah penanamannya, tanaman kakao ditanam pada daerah yang berada pada 10⁰LU sampai dengan 10⁰LS. Namun pada umumnya penyebaran pertanaman kakao terletak pada daerah 7⁰LU sampai dengan 18⁰LS dan cukup toleran pada daerah 200LU sampai 20⁰LS. Daerah penanaman kakao di Indonesia berada pada 5⁰LU sampai dengan 10⁰LS dan daerah ini termasuk ideal jika disertai dengan ketinggian tidak lebih dari 800 m dari permukaan laut (Siregar et al., 1989).

2.3.2. Tanah

Tanah dikatakan memiliki sifat fisik yang baik apabila mampu menahan lengas dengan baik dan khususnya memiliki aerasi dan drainase yang baik. Untuk menunjang pertumbuhannya, tanaman kakao menghendaki tanah yang subur dengan kedalaman minimum 150 cm. Hal ini penting karena akar tunggang tanaman memerlukan ruangan yang leluasa untuk pertumbuhannya agar akar tunggang tidak kerdil atau bengkok. Tanah yang sesuai untuk kakao adalah yang bertekstur geluh lempungan (clay loam) yang merupakan perpaduan antara pasir 50%, debu 10-20%, dan lempung 30-40%. Tekstur tanah demikian memiliki kemampuan menahan lengas yang tinggi dan memiliki sirkulasi udara yang baik (Poedjiwidodo, 1996).

Tanaman kakao menghendaki tanah yang kaya akan bahan organik dan Ph sekitar netral. Bahan organik bermanfaat bagi tanaman khususnya untuk memperbaiki struktur tanah, menahan lengas, dan sebagai sumber unsur hara. Tanah dengan kadar bahan organik minimum 3% cukup optimum untuk tanaman kakao. Bahan organik yang tersedia di dalam tanah berkorelasi positif dengan pertumbuhan tanaman, produksinya meningkat seiring peningkatan kadar bahan organik tanah dari 3% ke 6%. Ketersediaan unsur hara dalam tanah dapat ditandai dengan pH tanah. Walaupun tanaman kakao masih dapat tumbuh pada kisaran pH tanah 4,0-8,0, tanaman akan tumbuh dan berproduksi optimum pada kisaran pH 6,0-7,0 (Susanto. 1995).

2.4. Penyimpanan Benih Kakao

Benih kakao apabila telah mengalami kemunduran selama dalam penyimpanan, maka menghasilkan vigor benih yang rendah dan berlanjut pada produksi yang rendah. Oleh karena itu berbagai bentuk perbaikan selama dalam penyimpanan dan penanganan benih kakao perlu dilakukan secara khusus dan benar. Upaya peningkatan mutu benih kakao yang mudah mengalami kemunduran selama dalam penyimpanan dapat dilakukan dengan invigorasi benih (Maemunah et al., 2009). Kandungan air benih dan kelembaban ruang penyimpanan merupakan kendala utama dalam penyimpanan benih kakao yang bersifat rekalsitran. Berbagai penelitian mengenai kisaran batas air kritis benih kakao yang aman untuk disimpan di antaranya adalah sekitar 25% yang diperoleh dengan penggunaan alat pengering benih pada suhu 35 – 40 0C sekitar 16% yang diperoleh dengan cara menurunkan kadar air benih menggunakan kipas angin pada suhu 24,750C, dan sekitar 19 – 23% yang diperoleh dengan cara menurunkan kadar air benih menggunakan kipas angin pada suhu kamar (Syaiful et al., 2007).

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu maka kisaran kadar air kritis benih kakao terendahnya yaitu 16% sedangkan batas kadar air tertinggi adalah 35%. Berdasarkan beberapa hasil penelitian, kadar air benih yang

tinggi dapat dipertahankan dengan penyimpanan menggunakan media berkelembaban tinggi berkisar 50 - 70% (Tati et al., 1997).

Penyimpanan benih kakao berfungsi untuk mempertahankan mutu fisiologis benih dengan cara menekan kemunduran benih serendah mungkin. Benih kakao yang disimpan pada kadar air yang tinggi akan berisiko mudah kehilangan daya tumbuh karena, proses respirasi benih dalam penyimpanan yang tinggi. Kadar air benih kakao $\pm 50\%$ mampu mempertahankan daya tumbuh dan viabilitas tetap tinggi selama penyimpanan empat minggu. Kegunaan bahan penyangga kelembaban pada penyimpanan benih kakao adalah menyediakan air apabila benih kakao kekurangan air dan dapat menyerap air apabila benih kakao kelebihan air (Rahardjo, 2012).

Teknik penyimpanan benih merupakan suatu kegiatan yang penting dikembangkan agar dapat dihasilkan benih dengan viabilitas yang tetap tinggi selama periode penyimpanan sampai pada periode penanaman benih tersebut dilapangan (Liddyannisa et al., 2011).

2.5. Media Simpan

Menurut Muniarti et al. (2006) dalam pengujian benih, salah satu persyaratan tumbuh yang paling penting adalah substrat/media tumbuh benih. Pada beberapa benih tertentu, substrat perkecambah dapat menyebabkan benih menjadi dorman (enforced dormancy). Salah satu peran media penyimpanan benih akni mampu memelihara keseimbangan bagi kebutuhan benih yang disimpan. Untuk mempertahankan kadar air benih agar tetap optimal dan terjaga kadar airnya adalah dengan menggunakan media simpan yang lembab. Penggunaan media simpan yang lembab selain untuk mempertahankan kelembaban agar tetap stabil juga dapat mencegah penurunan kadar air benih dan viabilitas benih kakao selama dalam penyimpanan (Syaiful et al., 2007).

2.5.1. Serbuk arang sekam padi

Pada media simpan arang sekam, daya berkecambah cenderung konstan tingginya meskipun kadar air benih ditingkatkan. Hal ini berarti bahwa media arang sekam mampu menjaga kelembaban untuk tetap stabil serta kadar air benih tidak turun melewati batas kadar air kritis, sehingga viabilitas benih kakao tetap terjaga. Kemampuan arang sekam menjaga kelembaban agar tetap stabil untuk penyimpanan dapat dihubungkan dengan sifat lengas atau poros. Arang sekam memiliki tingkat kelengasan yang tinggi yakni 9,02%. Sifat tersebut mempengaruhi kemampuan sekam untuk mengikat air atau uap air (Purwantoro, 2011).

Menurut Kusmana et al. (2011), dari hasil pengujian menunjukkan bahwa pada kondisi lingkungan sekitar serbuk arang kayu mampu menjaga kelembaban dan mempertahankan kadar air benih tetap stabil, sehingga

viabilitas benih kakao tetap terjaga, paling lama pada penyimpanan 2 minggu menggunakan media simpan arang dan dalam ruang kamar dengan daya berkecambah dicapai masing masing sebesar 90,67% dan 86,67 % pada kadar air 43,49,18 % dan 22,87%. Benih kakao termasuk benih yang rekalsitran. Kondisi lingkungan yang sesuai untuk penyimpanan benih kakao dengan menggunakan serbuk arang sekam padi diduga memberikan hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan media lainnya. Kondisi lingkungan serbuk arang sekam padi mampu menjaga kelembapan dalam kondisi lingkungan dan mempertahankan kadar air benih tetap stabil.

2.5.2. Serbuk Arang Kayu

Menurut Sagala dan Rezeki (1990), penurunan kadar air sampai 5% tidak mempengaruhi viabilitas benih selama penyimpanan. Hal ini dikarenakan benih selama disimpan mempunyai sifat toleran terhadap pengeringan atau kondisi tempat penyimpanan yang hanya memiliki kelembapan rendah. Hasil pengujian BBP2TP Ambon (1990) menunjukkan bahwa pada kondisi lingkungan serbuk arang mampu menjaga kelembapan dan mempertahankan kadar air benih tetap stabil, sehingga viabilitas benih kakao tetap terjaga. Pengamatan perkecambahan menunjukkan bahwa benih kakao tidak berkecambah pada penyimpanan diruang ber-AC dengan lama penyimpanan 4 minggu, dan 6 minggu. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan informasi bahwa viabilitas benih kakao akan lebih baik jika disimpan dalam ruang ber-AC bila dibandingkan dengan kondisi lingkungan menggunakan kontainer maupun pada ruang terbuka.

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang terus mendapat perhatian untuk dikembangkan. Upaya pengembangan tanaman kakao disamping masih diarahkan pada peningkatan populasi (luas lahan) juga telah banyak diarahkan pada peningkatan jumlah produksi dan mutu hasil. Adapun aspek yang paling diperhatikan dalam usaha peningkatan jumlah produksi dan mutu hasil adalah penggunaan jenis-jenis kakao unggul dalam pembudidayaan tanaman kakao. Saat ini terdapat sejumlah jenis kakao unggul yang sering digunakan dalam budidaya kakao, antara lain jenis (klon) Sulawesi 1 dan Sulawesi 2 (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2009). Klon-klon kakao unggul, terutama klon Sulawesi 1 dan Sulawesi 2 sudah cukup banyak digunakan petani di daerah Sulawesi Tengah. Klon-klon tersebut telah menjadi klon pilihan dalam perbanyakannya bahan tanaman kakao, terutama melalui teknologi sambung samping

Perbanyakannya tanaman melalui sambung samping dilakukan dengan cara menempelkan entres pada suatu batang tanaman kakao (Winarsih dan Prawoto, 1995). Kualitas tanaman yang dihasilkan melalui teknologi sambung samping sangat bergantung pada mutu genetik dari entres yang digunakan (Muis dan Basri, 2008; Basri, 2009). Entres yang baik digunakan

untuk sambung samping biasanya diperoleh dari cabang plagiotrop yang berwarna hijau kecoklatan hingga coklat, berdiameter 0,751,50 cm dan memiliki 3-5 mata tunas (Wahyudi dkk., 2008). Namun demikian, penggunaan entres berdasarkan kriteria tersebut masih sering menunjukkan variasi terhadap pertumbuhan tunas yang terbentuk (tumbuh) pada entres tersebut. Adapun aspek yang diduga mempengaruhi variasi atau perbedaan pertumbuhan tunas dari entres-entres tersebut adalah ukuran mata tunas yang terdapat pada setiap ketiak daun kakao. Selanjutnya, ukuran mata tunas pada ketiak daun sangat berhubungan dengan ukuran diameter pangkal tangkai daun.

2.6 Fermentasi

Fermentasi merupakan suatu proses yang menghasilkan produk berupa alkohol dan asam organik yang terjadi secara khas pada bahan tumbuhan, sebagai akibat penguraian karbohidrat yang merupakan senyawa organik yang utama pada jaringan tumbuhan. Fermentasi tidak hanya terjadi pada senyawa gula, melainkan dapat pula terjadi pada asam amino, asam organik, purin dan pirimidin, namun jika proses ini berlangsung secara tidak teratur kadang gula langsung diubah menjadi asam organik (Hartoto,1991).

2.6.1 Fermentasi Alkohol

Etanol adalah nama kimia dari alkohol, rumus kimianya adalah C_2H_5OH . Penggunaannya sangat luas antar lain dalam industri kimia, kosmetik, industri minuman, sebagai bahan pelarut dan bahan bakar. Etanol dapat dibuat dari bahan hasil pertanian, seperti bahan yang mengandung turunan gula (molase, gula tebu, sari buah), bahan yang mengandung patih, atau bahan yang mengandung selulosa kayu, limbah kayu, onggok, pulp kako (Hartoto, 1991).

S. cerevisiae adalah galur yang memproduksi etanol dalam jumlah tinggi sehingga sering digunakan dalam produksi etanol, anggur, minuman keras, dan enzim invertase. Purawisastra *at al.*, (1994) menyimpulkan bahwa enzim invertase disamping berperan pada hidrolisis molekul sukrosan menjadi fruktosa dan glukosa. Juga dapat membantu proses konversi glukosa menjadi etanol. Dengan demikian, etanol yang dihasilkan dipengaruhi oleh konsentrasi awal molekul sukrosa dan glukosa sebelum fermentasi berlangsung. Effendi (2002) berpendapat bahwa, fermentasi substrat limbah cair pulp kakao dengan kadar gula 12.63% baik tanpa maupun dengan penambahan urea dan *S. Cerevisiae* R60 dengan konsentrasi inokulum 10% (v/v), suhu 30⁰ C, waktu fermentasi 48 jam dihasilkan kadar etanol rata-rata 5.30%. Untuk menghasilkan kadar etanol sebesar 5 – 6% diperlukan waktu fermentasi antara 48 – 50 jam.

Pada kondisi aerob atau konsentrasi glukosa tinggi *S. Cerevisiae* tumbuh dengan baik, namun etanol yang dihasilkan rendah dibandingkan secara anaerob. Pada kondisi anaerob, pertumbuhan lambat dan piruvat dari jalur katabolic dipecah oleh enzim piruvat dikarbosilase menjadi asetaldehid dan karbondioksida. Pada umumnya produksi etanol meliputi tiga tahap dimana tiap tahap harus dioptimasi, fermentasi dan destilasi (Hartoto, 1991).

2.6.2 Fermentasi Asam Asetat

Asam asetat merupakan hasil dua tahap proses fermentasi dimana tahap pertama adalah fermentasi gula menjadi etanol oleh khamir, sedangkan tahap kedua adalah oksidasi etanol menjadi asam asetat oleh bakteri asam asetat. Fermentasi asam asetat membutuhkan medium yang mengandung etanol 10 – 13%, umumnya medium tersebut diperoleh dari hasil fermentasi alkohol, yaitu fermentasi pengubahan gula menjadi etanol. Bila konsentrasi etanol terlalu tinggi, pembentukan asam asetat akan terganggu, sehingga fermentasi etanol menjadi asam asetat tidak berlangsung dengan sempurna, selain itu keasaman medium perlu diperhatikan. Hasil fermentasi limbah cair pulp kakao oleh *A. Aceti* B127 dengan kondisi suhu 30⁰C, nilai PH awal 4, konsentrasi nilai etanol 5% (v/v) dengan kecepatan pengadukan terbaik 400 rpm dengan hasil asam asetat 4.24% (Effendi, 2002).

2.7 Bakteri yang Berperan dalam Fermentasi

a. Khamir

Khamir atau yang sering disebut juga ragi atau yeast adalah mikroorganisme bersel tunggal, berbentuk bulat atau bulat telur atau bulat panjang membentuk pseudomiselium. Selain itu khamir atau ragi dapat diartikan sebagai jasad renik sejenis jamur yang berkembang biak dengan sangat cepat dan yang mampu mengubah pati dan gula menjadi karbondioksida dan alkohol. Ragi roti merupakan kelompok khamir paling utama, yang secara komersial banyak dimanfaatkan oleh manusia. Ragi roti dianggap bermanfaat dan mempunyai nilai ekonomis apabila dapat mengubah atau mengkonversi gula dalam proses fermentasi alkohol dan karbondioksida (Fardiaz, 1992).

b. Bakteri (*Acetobacter aceti*)

Fermentasi asam asetat dilakukan oleh bakteri asam asetat terhadap larutan yang mengandung alkohol oleh bakteri dari genus *Acetobacter*, biasanya spesies yang digunakan adalah *Acetobacter aceti*. *Acetobacter aceti* bersifat motil atau nonmotil dan mengoksidasi etanol menjadi asam asetat yang dioksidasi lebih lanjut menjadi karbondioksida (CO₂). *Acetobacter aceti* berbentuk bulat panjang seperti batang, lurus atau agak melengkung dengan susunan sel tunggal, berpasangan atau dalam rantai *Acetobacter aceti* bersifat

kemoorganotrof, sehingga dapat tumbuh pada medium sederhana maupun kompleks. Bakteri ini merupakan bakteri aerob dengan suhu optimal 20⁰ - 30⁰C. *Acetobacter aceti* dapat mengubah alkohol menjadi asam asetat pada konsentrasi alkohol optimal 10 – 30%. Konsentrasi alkohol yang terlalu rendah (0.0 - 0.5%), akan menyebabkan overoksidasi asam asetat menjadi CO₂ dan H₂O, sedangkan konsentrasi alkohol lebih dari 14% akan mengakibatkan terhambatnya proses fermentasi asam asetat (Fardiaz, 1992).

2.8. Pengertian Gulma

Gulma adalah tumbuhan yang tumbuh pada areal yang tidak dikehendaki yakni tumbuh pada areal pertanian. Gulma secara langsung maupun tidak langsung merugikan tanaman budidaya. Gulma dapat merugikan tanaman budidaya karena bersaing dalam mendapatkan unsur hara, cahaya matahari, dan air. Jenis gulma yang tumbuh biasanya sesuai dengan kondisi perkebunan, misalnya pada perkebunan yang baru diolah, maka gulma yang dijumpai kebanyakan adalah gulma semusim, sedang pada perkebunan yang telah lama ditanami gulma yang banyak terdapat adalah jenis tahunan. Gulma yang terdapat pada dataran tinggi relatif berbeda dengan yang tumbuh di daerah dataran rendah, Pada daerah yang tinggi terlihat adanya kecenderungan bertambahnya keanekaragaman jenis, sedangkan jumlah individu biasanya tidak begitu besar. Hal yang sebaliknya terjadi pada daerah rendah yakni jumlah individu sangat melimpah, tetapi jenis yang ada tidak begitu banyak (Soekisman, T. dkk. 1984).

Gulma dikenal sebagai tumbuhan yang mampu beradaptasi pada ritme pertumbuhan tanaman budidaya. Pertumbuhan gulma cepat, daya regenerasinya tinggi apabila terluka, dan mampu berbunga walaupun kondisinya dirugikan oleh tanaman budidaya. Secara fisik, gulma bersaing dengan tanaman budidaya untuk ruang, cahaya, dan secara kimiawi untuk air, nutrisi, gas-gas penting, dan dalam peristiwa allelopati. Beberapa jenis gulma dapat memperbanyak diri dengan tuber (modifikasi dari akar yang berisi cadangan makanan).

2.8.1. Perkembangbiakan Gulma

Gulma mampu berkembang biak secara vegetatif maupun generatif dengan biji yang dihasilkan. Kemampuan yang dimiliki oleh jenis-jenis gulma menahun untuk memperbanyak diri dari bagian-bagian vegetatif menyebabkan jenis-jenis ini menjadi sangat kompetitif dan sukar untuk dikendalikan. Produksi organ perbanyak vegetatif juga erat kaitannya dengan kandungan karbohidrat yang tersimpan. Perbanyak vegetatif ialah prinsip perkembangbiakan bagi sebagian besar gulma tahunan. Gulma yang memperbanyak diri secara vegetatif sulit untuk dikendalikan karena banyak memiliki organ vegetatif dorman di dalam tanah. Beberapa bentuk organ

vegetatif yang banyak ditemukan dalam perbanyakan jenis-jenis gulma menahun yaitu

- a. Rhizoma (Rimpang) merupakan batang yang menjalar di dalam tanah yang dapat membentuk akar dan tunas daun
- b. Stolon merupakan batang yang silindris dan menjalar di permukaan tanah yang dapat membentuk akar dan tunas
- c. Umbi batang merupakan pangkal batang yang membengkak yang terletak di dalam tanah. Di bedakan dari umbi daun dengan adanya beberapa mata tunas yang nyata terlihat dan bagian yang bengkak sangat pendek
- d. Umbi akar merupakan bagian terminal dari rhizoma yang membengkak dan merupakan jaringan makanan serta mempunyai tunas ujung

2.8.2. Penyebaran Gulma

Mekanisme perbanyakan gulma termasuk salah satu yang paling efisien di alam. Efisiensi seperti ini diperoleh melalui seleksi alam dan adaptasi ekologi. Perkembangbiakan dapat dilakukan dengan biji atau dengan organ vegetatif. Pada gulma semusim, perkembangbiakan dilakukan melalui produksi biji. Biji dihasilkan dalam jumlah banyak dan sebagian besar memiliki dormansi. Biji didefinisikan sebagai sel telur yang masak yang telah dibuahi dan mempunyai lembaga, persediaan makanan, dan lapisan perlindungan. Biji mengandung semua bahan-bahan yang dibutuhkan untuk memindahkan sifat-sifat keturunan yang diperoleh dari tumbuhan induknya, mampu mempertahankan hidup kecambahnya meskipun hanya sementara sehingga dapat menyerap makanannya sendiri (Soetikno, 1990).

Menurut Soetikno (1990) biji gulma khususnya dari jenis-jenis yang semusim memegang peranan penting dalam kaitannya dengan keberhasilan usaha-usaha pencegahan atau pengendalian gulma. Jumlah biji yang mampu berkecambah dan tahan akan usaha-usaha pengendalian akan menentukan kerugian yang timbul pada tanaman pangan setiap musimnya. Banyaknya biji yang ada di dalam tanah atau lebih dikenal sebagai simpanan bijidan yang jatuh ke permukaan tanah dari gulma yang tumbuh pada musim berikutnya akan menentukan apakah jenis gulma ini dapat hidup dan mempunyai potensi untuk merugikan tanaman pangan yang akan tumbuh di tempat itu. Jumlah biji yang ada dan berkecambah mungkin tidak cukup untuk melakukan persaingan dengan tanaman pangannya akan tetapi masih menghasilkan biji-biji yang akan mampu untuk bersaing untuk musim berikutnya. Populasi biji gulma di dalam tanah sangat bervariasi jumlahnya tergantung dari komposisi jenis gulma yang tumbuh di atasnya dan juga sejarah dari tanah itu sendiri. Jika tanah semula digunakan untuk peternakan, maka sebagian besar dari biji-biji yang ada merupakan biji gulma yang biasa dijumpai di daerah peternakan, sedangkan lahan pertanian akan mempunyai populasi biji yang berkaitan dengan gulma-gulma pertanian. Populasi biji gulma di lahan

pertanian pada umumnya terdiri dari beberapa jenis yang dominan dengan jumlah biji yang cukup tinggi, beberapa jenis dengan jumlah yang cukupan, dan banyak jenis yang mempunyai biji hanya sedikit saja. Pola-pola produksi biji, penyebaran, dan penyimpanan pada setiap tahapan dalam suatu suksesi kita akan jumpai bahwa jenis-jenis pemula mempunyai simpanan biji yang cukup besar jika dibandingkan dengan jenis-jenis pertengahan atau jenis-jenis akhir. Ini menunjukkan bahwa jenis-jenis pemula mampu menghasilkan biji dalam jumlah yang cukup besar. Strategi semacam ini mempunyai potensi reproduksi yang tinggi dikombinasikan dengan adanya dormansi menyebabkan adanya simpanan biji di dalam tanah yang cukup besar dan tetap jumlahnya setiap waktu.

2.8.3. Propagul

Propagul merupakan biji, stolon, atau rimpang yang akan berkembang menjadi individu gulma jika kondisi lingkungan mendukung (Fenner, 1995). Espinar et al. (2005) mengatakan bahwa umumnya propagul banyak berada di permukaan tanah, tetapi adanya retakan tanah dapat menyebabkan perubahan ukuran menurut kedalaman tanah. Pada tanah tanpa gangguan, menurut Fenner (1995) propagul berada pada kedalaman 2-5 cm dari permukaan tanah, tetapi pada tanah pertanian, berada 12-16 cm dari permukaan tanah. Kemelimpahan atau distribusi jenis-jenis gulma di lahan budidaya dipengaruhi oleh jenis tanaman budidaya, kultur teknis dan pola tanam yang diterapkan, jenis dan kelembaban tanah, lokasi, serta musim.

Keberadaan gulma yang ada saat ini ditentukan oleh simpanan biji gulma tanah. Sebagian gulma memulai siklus hidupnya dari biji tunggal dalam tanah kemudian biji-biji tersebut tumbuh hingga menghasilkan biji dalam jumlah banyak. Biji-biji tersebut kembali ke tanah dan menjadi sebagai sumber populasi gulma untuk masa yang akan datang. Sebagian besar (95%) biji yang tersimpan dalam tanah berasal dari gulma annual (semusim atau setahun), sedangkan 4% dari gulma perennial atau tahunan.

2.8.4. Dormansi Gulma

Biji gulma berada pada permukaan tanah dan tersebar dalam profil tanah yang terdiri dari biji gulma baru dan lama yang telah bertahan dalam tanah selama bertahun-tahun. Pada tanah pertanian dapat berisi ribuan biji gulma/m². Biji gulma terkubur di dalam tanah dan di atas permukaan tanah. Sebesar 64 99,6% biji gulma ditemukan 10 cm di atas lapisan tanah (Anderson, 1977).

Biji gulma dan bagian vegetatif, biasanya mempunyai periode istirahat yang disebut "dormansi". Dormansi adalah suatu istilah fisiologis tumbuhan yang dipergunakan untuk biji atau organ vegetatif yang tidak mau berkecambah meskipun keadaan lingkungannya menguntungkan. Dormansi

merupakan strategi reproduksi gulma untuk tetap bertahan hidup dalam keadaan yang tidak menguntungkan. Intensitas dormansi dipengaruhi oleh lingkungan selama perkembangan biji. Dormansi pada jenis tertentu mengakibatkan biji tidak berkecambah di dalam tanah bertahun-tahun. Hal ini menjelaskan keberadaan gulma di lahan pertanian yang ditanami secara kontinyu (Ilyas, 2012).

Biji gulma berada di dalam tanah mempunyai tingkat dormansi yang berbeda-beda, sehingga perkecambahan dari suatu populasi biji gulma tidak terjadi secara serentak. Keadaan ini mengakibatkan biji gulma di dalam tanah akan tetap menjadi masalah selama biji masih ada. Terdapat tiga macam dormansi secara luas yaitu:

- (1) Bawaan (innate),
- (2) Rangsangan (induced), dan
- (3) Paksaan (enforced).

Dormansi bawaan atau kadangkala juga disebut sebagai dormansi primer, biasanya dijumpai pada biji atau organ vegetatif sesaat setelah terlepas dari induknya. Dormansi rangsangan yang kadangkala juga disebut sebagai dormansi sekunder merupakan hasil pengaruh lingkungan di sekitar biji atau organ perbanyak vegetatif setelah dilepaskan induknya. Dormansi paksaan disebabkan oleh adanya faktor lingkungan yang tidak menguntungkan untuk dimulainya pertumbuhan, biasanya akibat kekurangan air, suhu yang tidak menguntungkan, dan lain-lain (Soetikno, S.S. 1990).

Dormansi dapat dibedakan menjadi tiga macam yaitu Dormansi primer, walaupun faktor-faktor yang dibutuhkan untuk perkecambahan tersedia, namun gulma tetap tidak tumbuh/berkecambah untuk waktu tertentu. Dormansi sekunder, dormansi yang terjadi karena faktor lingkungan (seperti cahaya, gas, dan lain-lain) biji tidak akan berkecambah walaupun sesungguhnya biji tersebut tidak dalam keadaan dormansi. Dormansi paksaan (enforced), apabila beberapa faktor untuk perkecambahan dihalangi, biji gulma tidak akan berkecambah tetapi tetap hidup dan akan berkecambah apabila faktor-faktor tersebut tersedia.

2.8.5. Perkecambahan Gulma

Menurut (Soetikno, S.S. 1990) Perkecambahan didefinisikan sebagai awal dari pertumbuhan suatu biji atau organ perbanyak vegetatif. Perkecambahan biji ditandai oleh adanya beberapa tahapan proses yang berupa yaitu:

- (1) Penyerapan air,
- (2) Peningkatan respirasi,
- (3) Mobilisasi simpanan makanan, dan
- (4) Penggunaan simpanan makanan.

Bagi kebanyakan biji tanaman pangan tahapan proses ini bermula segera setelah tanam dan berlanjut hingga kecambah muda muncul dipermukaan tanah. Waktu yang dibutuhkan untuk semua proses ini sangat bergantung pada kondisi tanah dan suhunya. Keadaan ini sangat berbeda pada biji-biji dan organ perbanyak vegetatif gulma karena pada gulma perkecambahan biasanya tidak terjadi begitu sampai dipermukaan tanah atau organ perbanyak vegetatif terputus dengan induknya. Perkecambahan biji adalah proses pertumbuhan embrio dan komponen komponen biji untuk tumbuh secara normal menjadi tumbuhan baru. Dalam keadaan normal, semua jaringan yang kompleks dan organ yang membentuk bibit (seedling) dan menjadi tumbuh dewasa berasal dari sel telur yang dibuahi. Tetapi tidak seluruh bagian biji berasal dari sel telur yang dibuahi. Faktor-faktor yang mempengaruhi perkecambahan biji ada dua macam yaitu faktor luar dan faktor dalam. Faktor luar yang mempengaruhi perkecambahan adalah tingkat kemasakan biji, ukuran biji, dormansi, dan adanya penghambatan perkecambahan.

Sedangkan faktor dalam yang mempengaruhi perkecambahan adalah air, temperatur, oksigen, dan cahaya. Perkecambahan terjadi hanya pada waktu-waktu tertentu meskipun ada juga waktu-waktu lain di akhir musim panas dan awal musim gugur yang mempunyai kondisi kelembaban, suhu, dan cahaya yang sama seperti pada waktu musim semi atau awal musim panas. Keadaan ini memberikan peluang yang sangat menguntungkan bagi gulma karena jika biji-bijinya berkecambah pada akhir musim semi atau awal musim gugur maka semua kecambah akan mati sebelum dapat menghasilkan biji dan jenis-jenis ini akan punah.

Biji-biji sesama jenis maupun yang berlainan jenis mempunyai respon yang berbedabeda terhadap perubahan lingkungan mikro yang terjadi di sekelilingnya. Ini mengakibatkan biji-biji itu tidak berkecambah secara serentak. Dari semua faktor lingkungan yang mempengaruhi perkecambahan, kedalaman biji berada di tanah memberikan pengaruh yang tetap. Yang pertama, tumbuhnya biji-biji sebagian besar mempunyai hubungan yang negatif dengan kedalaman lebih dari 1 cm. Semakin dalam biji tertanam kemungkinannya untuk berkecambah dan tumbuh menjadi semakin kecil. Munculnya biji yang paling baik jika biji-biji berada di permukaan tanah atau hanya beberapa milimeter terbenamnya. Suhu sudah tentu memegang peranan penting dalam perkecambahan tetapi kedalaman biji juga lebih penting lagi perannya. Beberapa hasil penelitian mengenai pengaruh dua faktor ini memberikan kesimpulan mengenai pengaruh kedalaman terhadap perkecambahan yaitu:

- a. Biji-biji semakin banyak yang tumbuh jika terbenam hanya beberapa milimeter dari permukaan tanah

- b. Setiap jenis mempunyai respon tumbuh yang berbeda-beda terhadap kedalaman di mana biji berada
- c. Beberapa biji dapat tumbuh meskipun terbenam pada kedalaman yang melebihi kedalaman yang ideal (1 cm).

2.8.6. Kerugian Akibat Gulma

Secara umum kerugian yang ditimbulkan gulma dapat dibagi menjadi dua kategori yang langsung dan yang tidak langsung. Kerugian langsung terjadi akibat kompetisi yang dapat mengurangi jumlah atau hasil panen. Termasuk di dalamnya adalah penurunan hasil panen, baik secara keseluruhan atau yang dipanennya saja dan penurunan kualitas hasil panen sebagai akibat pencemaran oleh biji-biji gulma. Kerugian yang tidak langsung terjadi akibat kompetisi yang dapat menimbulkan kerugian kepada petani tetapi tidak secara langsung dalam hasil panennya. Contohnya, gulma dapat menjadi inang sementara bagi hama penyakit tanaman, dan menimbulkan gangguan penyakit seperti pada beberapa jenis gulma yang serbuk sari, getah, atau duri pada gulma tersebut sehingga dapat menimbulkan alergi. Kerugian langsung yang ditimbulkan akibat adanya gulma yang paling menjadikan masalah khusus dalam bidang pertanian adalah dengan penurunan hasil panen. Gulma dapat menurunkan hasil panen dalam dua cara yaitu:

- 1) Dengan mengurangi jumlah hasil yang dapat di panen (biji-bijian, rumput, atau buah-buahan dan sebagainya) dan
- 2) Dengan mengurangi jumlah individu tanaman yang dipanen.

Besarnya penurunan hasil panen yang diakibatkan oleh gulma sangatlah bervariasi bergantung dari jenis tanaman pokoknya, jenis gulma, dan faktor-faktor pertumbuhan yang mempengaruhinya. Adanya gulma dalam jumlah yang banyak pada masa pertumbuhan dapat menyebabkan kehilangan hasil secara total.

2.8.7. Analisis Vegetasi

Analisis vegetasi adalah suatu cara mempelajari susunan dan atau komposisi vegetasi secara bentuk (struktur) vegetasi dari tumbuh-tumbuhan. Unsur struktur vegetasi adalah bentuk pertumbuhan, stratifikasi dan penutupan tajuk. Untuk keperluan analisis vegetasi diperlukan data-data jenis, diameter dan tinggi untuk menentukan indeks nilai penting dari penyusun komunitas tersebut. Dengan analisis vegetasi dapat diperoleh informasi kuantitatif tentang struktur dan komposisi suatu komunitas tumbuhan. Vegetasi tidak hanya kumpulan dari individu-individu tumbuhan melainkan membentuk suatu kesatuan dimana individu-individunya saling tergantung satu sama lain, yang disebut sebagai suatu komunitas tumbuh-

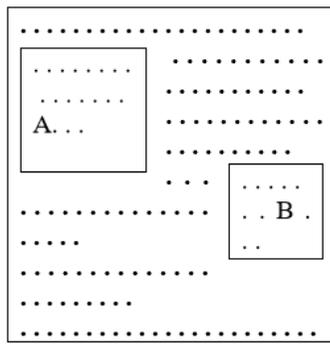
tumbuhan. Vegetasi di suatu tempat akan berbeda dengan vegetasi di tempat lain karena berbeda pula faktor lingkungannya. Konsep dan metode analisis vegetasi sesungguhnya sangat bervariasi, tergantung keadaan vegetasi itu sendiri dan tujuannya apakah ditujukan untuk mempelajari tingkat suksesi, dan apakah untuk evaluasi hasil suatu pengendalian gulma (Soetikno S. 1990).

2.8.8. Kerapatan

Kerapatan menunjukkan jumlah individu suatu jenis tumbuhan pada tiap petak-contoh. Untuk menghitung kerapatan dilakukan dengan mencabut setiap populasi gulma yang ada pada media.

2.8.9. Frekuensi

Frekuensi merupakan jenis tumbuhan yang muncul pada area tertentu yang dinyatakan dalam satuan persen (%) dari sejumlah petak-contoh yang dibuat. Misalnya jika tumbuhan A ditemukan dalam 86 petak-contoh dari 200 petak contoh yang dibuat, maka frekuensi A = $86/200 \times 100\% = 43\%$. Frekuensi dipengaruhi beberapa faktor yaitu luas petak-contoh, distribusi tumbuhan, dan ukuran jenis-jenis tumbuhannya.



Gambar 1. Pengaruh luas petak-contoh

Dengan menggunakan petak contoh A, nilai frekuensi akan jauh lebih besar daripada dengan menggunakan petak-contoh B yang lebih kecil (gambar 1). Sebab kemungkinan memuat sesuatu jenis tumbuhan dengan petak-contoh A adalah lebih besar. Sedangkan distribusi tumbuhan jika terdapat tiga petak contoh yang dibuat

2.8.10. Dominansi

Dominansi digunakan untuk menyatakan berapa luas area yang ditumbuhi oleh sejenis tumbuhan, atau kemampuan sesuatu jenis tumbuhan dalam hal bersaing terhadap jenis lainnya. Dominansi dapat dinyatakan dengan menghitung biomassa yaitu dengan memotong tumbuhan di atas tanah dan dikeringkan dalam pengeringan 100-110⁰C, kemudian ditimbang berat keringnya. Semakin tinggi berat kering suatu gulma maka akan semakin besar luas area yang ditumbuhi suatu gulma.

2.8.11. Summed Dominance Ratio (SDR)

SDR menunjukkan jumlah nilai penting dibagi jumlah besaran. SDR biasa dipakai karena jumlahnya tidak pernah lebih dari 100%, sehingga mudah untuk diinterpretasi. Semakin tinggi nilai SDR jenis gulma maka akan semakin tinggi pengaruh gulma tersebut dalam mendominasi suatu area dari jenis gulma lainnya.

2.9 Jenis-Jenis Gulma

2.9.1 Penggolongan Gulma Berdasarkan Bentuk Daun

Menurut Johnny (2006), penggolongan berdasarkan bentuk daun ini berpatokan atas lebar atau sempitnya daun. Gulma berdaun lebar yaitu apabila lebar dari helaian daunnya lebih dari setengah ukuran panjangnya. Helaian daun tersebut dapat berbentuk oval, bulat, lonjong, membulat atau seperti bentuk ginjal. Pertulangan daun (*nervatio*) dari golongan ini umumnya bentuknya menyirip. Golongan gulma berdaun merah ini umumnya didominasi oleh kelompok tumbuhan dari klas *Dicotyledoneae*.

Sedangkan gulma berdaun sempit yaitu apabila helaian daun atau laminanya berbentuk memanjang dan ukuran lebarnya helaian daun kecil atau sempit. Helaian daun dari golongan ini umumnya terdiri dari kelompok daun yang berbentuk pita, linearis, jarum dan yang berbentuk panjang-panjang. Pertulangan daun dari golongan ini umumnya berbentuk lurus-lurus atau linearis yang umumnya didominasi oleh kelompok tumbuhan dari klas *Monocotyledoneae*.

Dengan demikian berdasarkan bentuk daun ini maka gulma dapat dibagi dua yaitu gulma berdaun lebar dan gulma berdaun sempit.

a. Gulma Berdaun Lebar

Tumbuhan ini mempunyai bentuk daun yang lebar dan luas dan umumnya mempunyai lintasan C3, pertulangan daun (*nervatio*) menyirip berasal dari kelompok *Dicotyledoneae*, dan bentuk helaian membulat, bulat, oval, lonjong, segitiga, bentuk ginjal, dll.

Contoh: - *Amaranthus spinosus* L.

- *Ageratum conyzoides* (bandotan)
- *Portulaca oleracea*
- *Melastoma malabathricum*
- *Eupatorium odoratum*
- *Euphorbia hirta*
- *Centtella asiatica*

b. Gulma Berdaun Sempit

Tumbuhan ini mempunyai bentuk daun sempit dan memanjang serta pada umumnya mempunyai lintasan C4, pertulangan daun (*nervatio*) linearis atau garis-garis memanjang, berasal dari kelompok *Monocotyledoneae* dan bentuk daun memanjang seperti pita, jarum, garis, dll.

- Contoh: - *Leerseae hexandra*
- *Cyperu rotundus*
 - *Imperata cylindrical*

2.9.2 Penggolongan Gulma Berdasarkan Daur Hidup

Berdasarkan daur hidup (siklus hidup), maka gulma dapat dikelompokkan pada beberapa golongan yaitu:

- a. Gulma semusim atau setahun (*annual*) adalah tumbuhan gulma yang mempunyai daur hidup hanya satu musim atau satu tahunan, mulai dari tumbuh, anakan, dewasa dan berkembang biak. Contoh gulma semusim adalah *Ageratum conyzoides*, *Stachytaripita sp.*
- b. Gulma dua musim atau dua tahunan (*biennial*) adalah tumbuhan gulma yang mempunyai daur hidup mulai dari tumbuh, anakan, dewasa dan berkembang biak selama dua musim tetapi kurang dari dua tahun. Contoh gulma dua musim adalah *Lactuca canadensis L.*
- c. Gulma musiman atau tahunan (*perennial*) adalah tumbuhan gulma yang dapat hidup lebih dari dua tahun atau lama berkelanjutan bila kondisi memungkinkan. Contoh gulma musiman adalah kebanyakan dari klas *monocotyledoneae* seperti: *Cyperus rotundus*, *Imperata cylindrical*, dll (Johnny, 2006).

2.9.3 Penggolongan Gulma Berdasarkan Habitat

- a. Gulma darat (*Terristerial Weed*) yaitu semua tumbuhan gulma yang hidup dan tumbuhnya di darat, seperti: *Imperata cylindrical*, *Melastoma malabathricum*, dll.
- b. Gulma air (*Aquatic Weed*) yaitu semua tumbuhan gulma yang hidup, tumbuh dan berkembang biaknya terjadi di dalam air, di daerah perairan, ditempat yang basah dan tergenang. Contoh dari gulma ini adalah *Eichornia crassipes*, *Hydrilla verticilata*, *Pistia stratiotes*, *Nymphaea sp* (Jhonny, 2006).

2.10 Jenis-Jenis Gulma di Perkebunan Kelapa Sawit

Berikut nama jenis-jenis gulma yang ditemukan pada perkebunan kelapa sawit.

Tabel 3 Beberapa jenis gulma di perkebunan kelapa sawit

Kategori	Nama Latin	Nama Indonesia/Daerah
I. Jahat/ sangat menggangu	<i>Imperata cylindrical</i>	Lalang
	<i>Mikaniamicrantha</i>	Sembungrambat
	<i>Mikaniacordota</i>	Mikania
	<i>Mimosa pudica</i>	Putrid malu, kucingan
	<i>Mimosa invisa</i>	Piskucingan
	<i>Eupatorium odoratum</i>	Putihan
	<i>Lantana camara</i>	Tahiayam, tembelean
	<i>Clidemiahirta</i>	Harendong
	<i>Melastoma affine</i>	Senduduk
	<i>Axonopuscompressus</i>	Rumputpahit/pahitan
	<i>Paspalumkonjungatum</i>	Rumputpahit/buffalogras
	<i>Cyperusrotundus</i>	Teki
<i>Gleichenialineariss</i>	Pakis kawat	
<i>Dryopetrusarida</i>	Pakis kadal	
II. Sedang dan lunak	<i>Ageratum conyzoides</i>	Wedusan, babandotan
	<i>Boreriatatifolia</i>	Kentangan
	<i>Borerialaevicaulis</i>	Rumputkancingungu
	<i>Phyllanthusniruri</i>	Meniran

Sumber : BPM 2000

2.11 Metode Pengendalian Gulma

Menurut Sukman dan Yakup (2002), yang dimaksud dengan pengendalian gulma adalah sebagai kegiatan membatasi infestasi gulma sehingga tanaman dapat dibudidayakan secara produktif dan efisien. Untuk menjaga keseimbangan ekologi tidak ada keharusan untuk memberantas seluruh gulma yang ada, cukup menekan pertumbuhan atau mengurangi yang diperoleh dari penekanan gulma sedapat mungkin seimbang dengan usaha atau biaya yang dikeluarkan.

Pengendalian gulma merupakan usaha meningkatkan daya saing tanaman pokok dan melemahkan daya saing gulma, sehingga gulma tidak mampu tumbuh berkembang secara berdampingan dalam waktu yang bersamaan dengan tanaman pokok. Sasaran pengendalian dan perawatan tanaman menghasilkan kelapa sawit adalah pada piringan pohon (bokaran), pasar pikul, dan gawangan. Gawangan adalah areal yang terdapat di luar

piringan pokok dan pasar. Areal ini harus dikendalikan dari gulma jahat yang menjadi penghambat tanaman pokok (Lubis, 2008).

2.11.1 Pengendalian Gulma dengan Herbisida

Herbisida adalah zat kimia yang dapat menekan pertumbuhan gulma sementara atau seterusnya jika dilakukan secara tepat (Moenandir, 1993). Dalam mengendalikan gulma secara kimiawi hal-hal yang perlu diperhatikan adalah efikasi (daya racun herbisida terhadap gulma), keamanan bagi operator maupun lingkungan, dan aspek ekonominya.

Menurut Sukman dan Yakup (2002), keuntungan menggunakan herbisida antara lain (1) dapat mengendalikan gulma sebelum mengganggu, (2) mengendalikan gulma pada larikan tanaman pokok, (3) mencegah kerusakan perakaran tanaman pokok, (4) lebih efektif membunuh gulma tanaman tahunan dan semak blukar, dan meningkatkan hasil panen pada tanaman pokok dibandingkan dengan penyiangan biasa.

Terdapat dua tipe herbisida menurut aplikasinya: herbisida pratumbuh (*preemergence herbicide*) dan herbisida pasca tumbuh (*postemergence herbicide*). Yang pertama disebarkan pada lahan setelah diolah namun sebelum benih ditebar (atau segera setelah benih ditebar). Biasanya herbisida jenis ini bersifat nonselektif, yang berarti membunuh semua tumbuhan yang ada. Yang kedua diberikan setelah benih memunculkan daun pertamanya. Herbisida ini harus selektif, dalam arti tidak mengganggu tumbuhan pokoknya.

a. Mekanisme Kerja Beberapa Jenis Herbisida

Berdasarkan mekanisme kerjanya herbisida dibedakan atas dua golongan yaitu: (1) herbisida kontak, yaitu herbisida yang membunuh jaringan gulma yang terkena langsung oleh herbisida tersebut. Herbisida ini ditranslokasikan di dalam jaringan tumbuhan. Oleh karena itu, herbisida ini membunuh bagian gulma oleh herbisida tersebut. Herbisida ini tidak ditranslokasikan di dalam jaringan tumbuhan. Oleh karena itu, herbisida ini hanya mampu membunuh bagian gulma yang berada di atas. (2) herbisida sistemik, yaitu herbisida yang bisa masuk ke dalam jaringan tumbuhan dan ditranslokasikan ke bagian tumbuhan lainnya. Oleh karena itu, herbisida ini mampu membunuh jaringan gulma yang berada di dalam tanah (Djojsumarto, 2008).

Menurut Sastroutomo (1990), paraquat digunakan untuk mengendalikan gulma dengan pengaruh kontak, penyerapannya melalui daun sangat cepat sehingga tidak mudah tercuci oleh air hujan. Senyawa ini mempengaruhi sistem fotosintesis khususnya mengubah aliran elektron dalam tumbuhan gulma. Umumnya pembentukan klorofil dihambat sehingga terjadi klorosis. Sulfosat merupakan herbisida sistemik yang dapat

mengendalikan gulma berdaun lebar, berdaun sempit maupun alang-alang. Glyphosat merupakan herbisida bersifat sistemik yang efektif mengendalikan gulma berdaun lebar dan sempit. Cara kerja herbisida ini yaitu mempengaruhi metabolisme asam nukleat dan sintesa protein (menghambat ikatan asam amino).

b. Dampak Negatif Herbisida

Konsekuensi dari pemakaian herbisida yang sama (sama jenis bahan aktif atau sama cara kerja) secara berulang-ulang dalam periode yang lama pada suatu areal maka ada dua kemungkinan suatu masalah yang timbul pada areal tersebut: yaitu terjadi dominasi populasi gulma resisten herbisida atau dominasi gulma toleran herbisida. Pada suatu populasi gulma yang dikendalikan menggunakan satu jenis herbisida dengan hasil memuaskan, ada kemungkinan satu individu dari sekian juta individu yang diberi herbisida memiliki gen yang membuat individu tersebut kebal terhadap herbisida tersebut. Individu yang kebal tersebut tumbuh normal dan menghasilkan regenerasi, sejumlah individu yang juga tahan terhadap herbisida yang sama pada aplikasi herbisida berikutnya.

Demikian seterusnya secara berulang-ulang, setiap pengaplikasian herbisida yang sama akan mematikan individu-individu yang sensitif dan meninggalkan individu-individu yang resisten. Jumlah individu-individu yang resisten tersebut pada suatu ketika menjadi signifikan dan menyebabkan kegagalan dalam pengendalian (Genowati dan Suwahyono, 2008). Penggunaan suatu herbisida yang terus-menerus sering menimbulkan perubahan populasi di dalam komunitas gulma dari jenis yang peka ke arah yang toleran misalnya penggunaan herbisida 2,4-D yang terus menerus pada serelia untuk mengendalikan gulma berdaun lebar akan mengakibatkan pertumbuhan kuat bagi gulma golongan rumput.

Pengendalian gulma dengan cara kimia walaupun sangat efektif mengatasi gulma-gulma tertentu, tetapi masih ada spesies gulma yang sulit dikendalikan dan untuk meningkatkan efikasi herbisida terhadap gulma hanya dapat dilakukan dengan meningkatkan konsentrasi, yang efek residunya akan menimbulkan resiko dan dampak lingkungan yang mematikan flora dan fauna ekosistem (Genowati dan Suwahyono, 2008).

Herbisida merupakan suatu bahan atau senyawa kimia yang digunakan untuk menghambat pertumbuhan atau mematikan tumbuhan. Herbisida ini dapat mempengaruhi satu atau lebih proses-proses (seperti pada proses pembelahan sel, perkembangan jaringan, pembentukan klorofil, fotosintesis, respirasi, metabolisme nitrogen, aktivitas enzim dan sebagainya) yang sangat diperlukan tumbuhan untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Herbisida bersifat racun terhadap gulma atau tumbuhan pengganggu juga terhadap tanaman yang dibudidayakan. Herbisida

yang diaplikasikan dengan konsentrasi tinggi akan mematikan seluruh bagian dan jenis tumbuhan. Pada dosis yang lebih rendah, herbisida akan membunuh tumbuhan dan tidak merusak tumbuhan yang di budidayakan (Sjahril dan Syam'un, 2011).

Menurut Sukman dan Yakup (1991) terdapat beberapa keuntungan menggunakan herbisida diantaranya : dapat mengendalikan gulma sebelum mengganggu tanaman budidaya, dapat mencegah kerusakan perakaran tanaman yang dibudidayakan, lebih efektif dalam membunuh gulma, dalam dosis rendah dapat berperan sebagai hormon tumbuh, dan dapat meningkatkan produksi tanaman budidaya dibandingkan dengan perlakuan pengendalian gulma dengan cara yang lain. Pemakaian suatu jenis herbisida secara terus menerus akan membentuk gulma yang resisten sehingga akan sulit mengendalikannya.

2.11.2 Klasifikasi Herbisida

1. Klasifikasi herbisida berdasarkan pada perbedaan derajat respon tumbuh-tumbuhan terhadap herbisida (selektivitas).

Herbisida selektif merupakan herbisida yang bersifat lebih beracun untuk tumbuhan tertentu dari pada tumbuhan lainnya. Contoh herbisida selektif adalah 2,4-D, ametrin, diuron, oksifluorfen, klomazon, dan karfentrazon. Sedangkan herbisida nonselektif merupakan herbisida yang beracun bagi semua spesies tumbuhan yang ada. Herbisida selektif sangat penting bagi sistem produksi tanaman. Dengan adanya sifat tersebut dapat dipilih herbisida yang mampu mengendalikan gulma dengan baik namun tidak meracuni tanaman yang dibudidayakan (Sjahril dan Syam'un, 2011).

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi selektivitas suatu herbisida yakni faktor fisik dan faktor biologi atau hayati.

- a. Faktor-fisik yang mempengaruhi selektivitas yaitu semua faktor yang dapat mempengaruhi kontak antara herbisida yang diaplikasikan dengan permukaan gulma yang akan dikendalikan serta retensi atau pengikatan herbisida tersebut pada permukaan. Supaya efektif dalam mengendalikan gulma, maka herbisida yang diaplikasikan harus tetap kontak atau melekat atau berada pada tumbuhan sasaran atau gulma dan bertahan dalam waktu yang cukup lama serta dalam jumlah yang dapat mematikan gulma tersebut. Selektivitas ini dipengaruhi oleh dosis dan formulasi herbisida. Jumlah atau dosis herbisida yang diaplikasikan dan dapat diserap oleh gulma akan menentukan selektivitas herbisida tersebut. Semua jenis herbisida bersifat tidak selektif apabila diaplikasikan dengan dosis yang tinggi. Formulasi herbisida, misalnya adanya perekat atau tidak, akan menentukan jumlah herbisida yang mampu melekat pada permukaan gulma (Sjahril dan Syam'un, 2011).

- b. Faktor biologi yang menentukan selektivitas herbisida berkaitan dengan sifat morfologi, fisiologi, dan metabolisme tumbuhan. Permukaan daun yang berlilin, halus, atau berambut lebat akan lebih sulit terbasahi oleh herbisida yang diaplikasikan dengan pelarut air bila dibandingkan dengan permukaan yang tidak berlilin atau berambut. Posisi daun yang tegak juga akan menampung lebih sedikit herbisida yang diaplikasikan dibandingkan daun yang posisinya horisontal atau datar. Herbisida yang telah masuk dalam sel, sebagian ada yang tidak mobil dan yang lainnya dapat ditranslokasikan ke sel-sel lainnya. Sifat mobilitas herbisida dalam sel ini juga memiliki kontribusi terhadap selektivitas herbisida. Selektivitas antar spesies tumbuhan dapat pula disebabkan karena tumbuhan tertentu mampu mendetoksifikasi (membuat tidak beracun) herbisida yang diaplikasikan dibandingkan spesies lainnya.

Fase tumbuh gulma menentukan tingkat kerentanan gulma tersebut terhadap herbisida. Secara umum, pada fase kecambah gulma rentan terhadap herbisida. Dengan demikian, herbisida yang diaplikasikan pada gulma yang lebih muda akan bersifat kurang selektif bila dibandingkan dengan gulma yang sudah tua dengan dosis yang direkomendasikan (Sjahril dan Syam'un, 2011).

2. Klasifikasi herbisida berdasarkan pada waktu aplikasinya

Ada dua tipe herbisida berdasarkan aplikasinya yaitu herbisida pratumbuh (preemergence herbicide) dan herbisida pascatumbuh (postemergence herbicide). Yang pertama disebarkan pada lahan setelah diolah namun sebelum benih ditebar. Biasanya herbisida jenis ini bersifat nonselektif, yang berarti membunuh semua tumbuhan yang ada. Yang kedua diberikan setelah benih memunculkan daun pertamanya. Herbisida jenis ini harus selektif, dalam arti tidak mengganggu tumbuhan pokoknya (Sjahril dan Syam'un, 2011).

3. Klasifikasi herbisida berdasarkan media atau jalur aplikasinya

Herbisida tertentu dapat diaplikasikan melalui daun. Herbisida yang termasuk dalam kelompok ini adalah herbisida pasca tumbuh, yaitu herbisida yang diaplikasikan pada saat gulma sudah tumbuh. Beberapa contoh herbisida pasca tumbuh adalah glifosat, paraquat, glufosinat, propanil, dan 2,4-D. Jalur aplikasi herbisida yang lain adalah melalui tanah, baik dilakukan dengan cara penyemprotan pada permukaan tanah maupun dicampur/diaduk dengan tanah. Herbisida yang diaplikasikan melalui tanah diarahkan untuk mengendalikan gulma sebelum gulma tersebut tumbuh (Sjahril dan Syam'un, 2011).

4. Klasifikasi berdasarkan tipe translokasi herbisida dalam tumbuhan

Secara umum herbisida dapat dibagi dalam dua golongan, yaitu herbisida kontak (tidak ditranslokasikan) dan sistemik (ditranslokasikan).

- a. Herbisida kontak dapat mengendalikan gulma dengan cara mematikan bagian gulma yang terkena/kontak langsung dengan herbisida karena sifat herbisida ini tidak ditranslokasikan atau tidak dialirkan dalam tubuh gulma. Semakin banyak organ gulma yang terkena herbisida akan semakin baik daya kerja herbisida tersebut. Oleh sebab itu, herbisida kontak umumnya diaplikasikan dengan volume semprot tinggi sehingga seluruh permukaan gulma dapat terbasahi. Daya kerja herbisida tersebut kurang baik bila diaplikasikan pada gulma yang memiliki organ perkembangbiakan dalam tanah.
- b. Herbisida sistemik merupakan suatu herbisida yang dialirkan atau ditranslokasikan dari tempat terjadinya kontak pertama dengan herbisida ke bagian lainnya, biasanya akan menuju titik tumbuh karena pada bagian tersebut metabolisme tumbuhan paling aktif berlangsung. Herbisida ini dapat diaplikasikan melalui daun /pasca tumbuh ataupun melalui tanah/pratumuh.

2.11.3. Mekanisme Kerja Herbisida

Pada umumnya herbisida bekerja dengan mengganggu proses anabolisme senyawa penting seperti pati, asam lemak atau asam amino melalui kompetisi dengan senyawa yang "normal" dalam proses tersebut. Herbisida menjadi kompetitor karena memiliki struktur yang mirip dan menjadi kosubstrat yang dikenali oleh enzim yang menjadi sasarannya. Cara kerja lain adalah dengan mengganggu keseimbangan produksi bahan-bahan kimia yang diperlukan tumbuhan (Sjahril dan Syam'un, 2011).

2.11.4. Faktor Yang Mempengaruhi Respon Tanaman Terhadap Herbisida

Salah satu pertimbangan yang penting dalam pemakaian herbisida adalah untuk mendapatkan pengendalian yang selektif, yaitu mematikan gulma tetapi tidak merusak tanaman budidaya. Keberhasilan aplikasi suatu herbisida dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu : jenis herbisida, formulasi herbisida. Formulasi herbisida adalah bentuk herbisida yang dapat mempengaruhi daya larut, daya penguapan, daya meracun pada tanaman dan sifat-sifat lainnya (Moenandir, 1988).

Pada umumnya hanya sejumlah kecil herbisida yang diperlukan untuk mengendalikan gulma secara efisien. Tetapi justru ini yang sangat perlu agar jumlah yang kecil itu dapat disebarakan secara merata keseluruh bagisn gulma

yang ada. Apabila tidak merata atau terlalu sedikit, tidak dapat mematikan gulma, sedang bila terlalu banyak mungkin dapat menjadi racun bagi tanaman budidaya. Oleh karena itu herbisida harus diformulasikan sedemikian rupa agar mudah mengaturnya, aman dan efektif. Herbisida diformulasikan untuk memudahkan pengaturan, penyimpanan dan pemakaian agar lebih aman serta meningkatkan keefektifan dalam mematikan gulma sasaran. Pemilihan formulasi yang akan digunakan harus disesuaikan dengan kemudahan aplikasi, peralatan yang tersedia, jenis gulma sasaran, jenis tanaman budidaya dan keefektifannya (Wudianto, 2004).

Menurut Akobundu (1975), herbisida yang diformulasikan dalam bentuk cair lebih mudah digunakan karena mudah dalam proses pengukuran jika dibandingkan dengan formulasi dalam bentuk padat. Herbisida dalam bentuk cair lebih efektif dari herbisida yang diformulasikan dalam bentuk padat karena partikel-partikel dari bahan aktif yang terkandung dalam formulasi ini lebih halus sehingga proses penyebaran dan penyerapan herbisida ke permukaan tanah dan gulma lebih baik. Faktor lainnya yang mempengaruhi keberhasilan aplikasi herbisida adalah sifat kimia dari herbisida itu sendiri, iklim, kondisi tanah.

Kelemahan dari penggunaan herbisida adalah dapat menimbulkan efek samping seperti mengakibatkan resistensi beberapa spesies gulma, menimbulkan populasi gulma resisten yang dominan, dan residunya dapat meracuni tanaman. Keanekaragaman spesies dan kepadatan gulma telah meningkat dalam beberapa tahun terakhir akibat semakin berkembangnya penggunaan herbisida yang memiliki tingkat efektivitas tinggi. Jumlah (dosis) herbisida yang digunakan dapat dikurangi dengan mempersempit jarak antar tanaman budidaya, karena kunci keberhasilan untuk mengurangi kepadatan gulma dan mengurangi dosis herbisida yang digunakan adalah pengaturan jarak tanaman yang dibudidayakan (Tollenar et al, 1994).

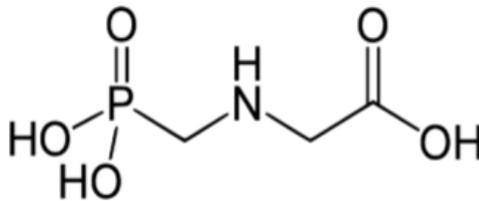
2.11.5. Aplikasi herbisida

Aplikasi herbisida dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal adalah faktor yang terdapat pada gulma itu sendiri yaitu fase pertumbuhan gulma. Berdasarkan faktor internalnya, waktu aplikasi herbisida yang paling tepat adalah pada saat gulma masih muda dan belum memasuki pertumbuhan generatif. Pada fase ini, penyerapan bahan aktif herbisida yang diaplikasikan dapat berlangsung lebih efektif. Faktor eksternal adalah faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi keefektifan dan efisiensi aplikasi herbisida, misalnya curah hujan, angin, sinar matahari (cahaya), temperatur dan kelembaban udara. Curah hujan dapat menyebabkan bahan aktif herbisida tercuci, angin yang kencang dapat menerbangkan butiran-butiran larutan herbisida dan sinar matahari yang terik

dapat menyebabkan terjadinya penguapan larutan herbisida yang diaplikasikan (Djojsumarto, 2008).

2.11.6 Bahan Aktif Glifosat

Nama kimia dari glifosat adalah N-(phosphonomethyl) glycine atau garam isopropylamine. Glifosat memiliki berat molekul 169.07, tidak berbau, dan berwarna putih jernih (kristal bening). Titik lebur 230 oC dengan massa jenis 0,5 g/cm³ (Landardale dan Savannah, 1998).

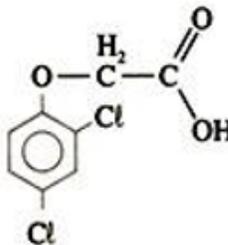


Gambar 2. Struktur kimia Glifosat (Riadi,2011)

Glifosat bersifat sistemik, yaitu mengendalikan gulma dengan cara menghambat proses metabolisme protein (Sukman dan Yakup, 1991). Herbisida ini bekerja dengan cara menghambat biosintesis asam-asam amino aromatik, seperti fenilalanin, tirosin, dan triptofan (Cremlyn, 1991). Gejala keracunan terlihat agak lambat, dimana daun akan terlihat layu menjadi coklat dan akhirnya mati. Glifosat merupakan herbisida pasca tumbuh non residual yang bersifat non-selektif (Landardale dan Savannah, 1998).

2.11.7 Bahan Aktif 2,4-D (2,4-dichlorophenoxy acetic acid)

2,4-D merupakan senyawa hormon tumbuhan sintetik yang bekerja seperti indol asam asetat. 2,4-D adalah salah satu herbisida yang paling banyak digunakan di seluruh dunia sebagai pengendali gulma berdaun lebar. 2,4-D bersifat selektif dan sistemik, diserap melalui daun atau akar, ditranslokasikan dan akan terakumulasi pada jaringan muda (meristem) pucuk dan akar (Djojsumarto, 2008).

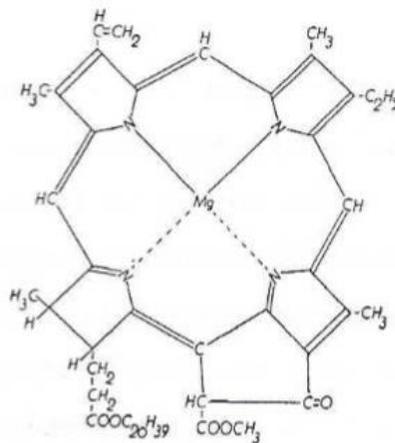


Gambar 3. Struktur kimia 2,4-D (Riadi,2011)

2,4-D mengendalikan gulma dengan cara mengganggu pembelahan sel meristem secara cepat dan menghentikan perpanjangan sel. Gulma yang terkena 2,4-D akan mengalami kematian secara perlahan, karena gulma akan mengalami kehilangan kemampuan akar untuk menyerap air dan hara, proses fotosintesis terhambat, dan tersumbatnya pembuluh floem. Gangguan tersebut akan membunuh gulma (Ashton dan Crafts, 1981).

2.11.8 Klorofil

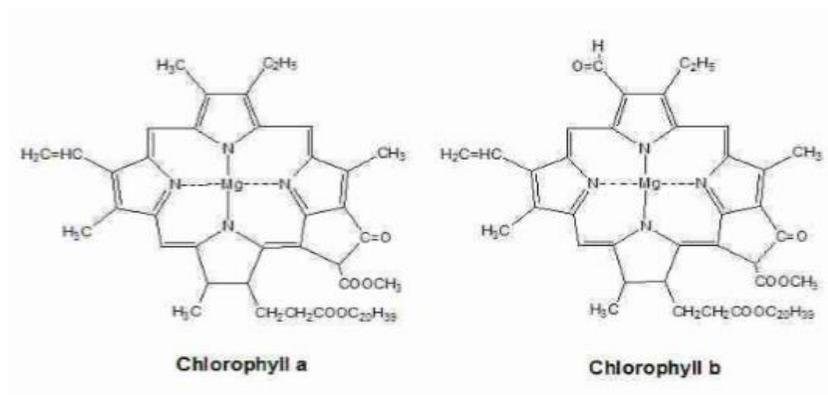
Klorofil merupakan pigmen yang ditemukan di semua daun. Menurut Winarno (2004), klorofil merupakan pigmen berwarna hijau yang terdapat di dalam kloroplas bersama-sama dengan karoten dan xantofil. Menurut Harborne (1987) klorofil merupakan katalisator fotosintesis yang penting. Klorofil tersebut terdapat dalam kloroplas dalam jumlah banyak, sering terikat longgar dengan protein, tetapi mudah diekstraksi ke dalam pelarut lipid seperti aseton dan eter. Klorofil terdiri dari molekul empat cincin pirol, satu dengan lainnya dihubungkan oleh gugus metana (-CH=). Pada inti molekul terdapat atom magnesium yang diikat oleh nitrogen dari dua cincin pirol dengan ikatan kovalen serta oleh dua buah atom nitrogen dari dua cincin pirol lain dengan ikatan koordinat kovalen (Rothemund, 1956)



Gambar 4. Molekul Klorofil (Rothemund, 1956)

Tswett dalam Rothemund (1956) menetapkan bahwa beberapa tumbuhan mengandung dua pigmen hijau, yaitu klorofil a sebagai blue-green chlorophyll dan klorofil b sebagai yellow-green chlorophyll. Beberapa tumbuhan lebih banyak mengandung klorofil a daripada klorofil b. Kedua

klorofil tersebut menurut Harborne (1987) memiliki perbedaan yang terletak pada struktur klorofil a yang memiliki gugus metil, sedangkan klorofil b memiliki gugus aldehida yang terikat di kanan atas cincin pirol.



Gambar 5. Struktur Klorofil a dan Struktur Klorofil b (Winarno, 2004)

Faktor yang berpengaruh terhadap pembentukan klorofil (Dwijoseputro, 1980):

- a. Faktor pembawaan
Pembentukan klorofil sama halnya dengan pembentukan pigmen-pigmen lain pada hewan dan manusia yang dibawa oleh suatu gen tertentu di dalam kromosom.
- b. Cahaya
Tanaman yang disimpan didalam gelap tidak akan berhasil membentuk klorofil, kecuali pada beberapa tanaman Angiospermae. Jika tanaman tidak terkena cahaya akan terdapat protoklorofil yang mirip dengan klorofil a. Reduksi protoklorofil untuk menjadi klorofil a memerlukan sinar untuk mengubah dirinya sendiri menjadi klorofil a, peristiwa ini disebut autotransformasi.
- c. Oksigen
Oksigen sangat diperlukan dalam pembentukan pada masa perkecambahan.
- d. Karbohidrat
Karbohidrat terutama dalam bentuk gula ternyata diperlukan dalam pembentukan klorofil dalam daun-daun yang tumbuh dalam keadaan gelap (etiolasi).
- e. Nitrogen, magnesium, besi

Unsur-unsur tersebut sudah menjadi keharusan dalam pembentukan klorofil. Kekurangan akan unsur-unsur tersebut akan menyebabkan klorosis pada tumbuhan.

- f. Air
Kekurangan air mengakibatkan desintegrasi klorofil.
- g. Suhu
Suhu yang baik untuk pembentukan klorofil berkisar antara 26° - 30° C.

Energi matahari diserap oleh klorofil dan digunakan untuk menguraikan molekul air, membentuk gas oksigen, dan mereduksi molekul NADP menjadi NADPH. Energi cahaya juga digunakan untuk membentuk molekul-molekul ATP, NADP dan ATP digunakan untuk reaksi-reaksi yang menghasilkan glukosa. Klorofil merupakan pigmen yang berwarna hijau yang terdapat pada kloroplas sel tanaman. Pigmen klorofil sangat berperan dalam proses fotosintesis dengan mengubah energi cahaya menjadi energi kimia (Kusmita dan Limantara, 2009).

2.12 *Ageratum conyzoides L.*

Bandotan (*Ageratum conyzoides L.*) Termasuk tumbuhan terna yang tingginya tidak melebihi 50 cm, daun lunak. Ciri Khas nya dilapangan adalah daun berbentuk bulat telur, ditumbuhi rambut – rambut halus dan jarang dengan tepinya bergerigi, dan daunnya berbau spesifik bila diremas. Kepala bunga atau bonggol berbentuk mangkok , tajuk bunga berwarna putih atau lembayung. Tumbuhan ini sangat mudah dijumpai karena lazim terdapat dipinggir jalan, dihalaman dan pekarangan rumah, ditepi parit bahkan di pot bunga.

Gulma ini mudah tersebar dengan bantuan angin karena bijinya ringan dan mempunyai lima bulu papus ; jumlah biji banyak. Batangnya lunak tidak berkayu, perakaran dangkal dan tidak kuat. Faktor penyebaran melalui biji, sehingga pembentukan suksesi (succession) baru mudah terjadi. (Nasution, 1986).



Gambar 5 Gulma *Ageratum conyzoides*

Ageratum conyzoides dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae (Tumbuhan)
Super Divisi	: Spermatophyta (Menghasilkan biji)
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
SubKelas	: Asterie
Ordo	: Asterales
Famili	: <u>Asteraceae</u>
Genus	: <u>Ageratum</u>
Spesies	: <i>Ageratum conyzoides</i> L
Sumber	: (www.plantamor.com)

Botani *Ageratum Conyzoides* L.

a. Batang

Tumbuh tegak, buku-bukunya dan permukaan bagian batang yang lebih mudah ditumbuhi rambut halus (sebagian rambutnya getas), tingginya berkisar dari 25-50 cm; membentuk cabang; pada batang daun tumbuh berhadapan. Pada ketiak daun tumbuh tunas yang membentuk cabang.

b. Daun

Berbentuk bulat telur, segitiga – bulat telur, atau belah ketupat-bulat telur; bagian pangkal helai daun berbentuk bundar atau sedikit meruncing, sedangkan ujung helai daun berbentuk runcing atau tegak tumpul; ukuran helai daun 2-10cm panjang dan 0,5-5cm lebar ;kedua permukaan helai

daun ditumbuhi rambut panjang ; tangkai daun 0,5-5cm panjangnya, berambut halus; tepi helai daun bergerigi atau berombak.

c. Perbungaan

Merupakan kelompok kepala- bunga, dalam satu kelompok terdiri dari 3 atau 4 kepala-bunga, masing-masing kepala-bunga tumbuh pada tangkai sendiri.

d. Satu Bongkol

Terdiri dari 60 -75 bunga yang tersusun (terbungkus) dalam daun pembalut (involucral-bract), bentuknya menyerupai mangkok ;braktea ditumbuhi rambut yang jarang atau tidak, bagian atas bergerigi runcing, berwarna hijau, dengan puncak berwarna pucat atau jingga kemerah-merahan, lebarnya 5-6mm.

e. Satu bunga

Mahkota lima berwarna putih atau lembayung, panjangnya 1-1,5mm.

f. Biji

Kecil dengan lima papus (merupakan bulu)pada puncaknya, warnanya kehitam –hitaman. (Nasution, 1986).

Penyebaran dan Status *Ageratum Conyzoides L*

Ageratum conyzoides L. adalah tumbuhan terna semusim yang berasal dari amerika tropic, tumbuh pada tanah kering atau lembab, didaerah terbuka dan sedikit ternaung. Daerah penyebaran meliputi 0-2100 m diatas muka laut. Berbunga sepanjang tahun.

Ageratum conyzoides L. menimbulkan masalah sebagai saingan tanaman, adakalanya didalam polybag dan merupakan pengganggu tanaman penutup tanah kacanggan. Mudah tersebar melalui biji yang ringan dan mempunyai papus. (Nasution, 1986).

2.13 *Axonopus compressus*



Gambar 6 : Rumput Pahitan

Klasifikasi Sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Sub kingdom : Tracheobionta
Sub Divisi : Spermatophyta
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Liliopsida
Sub Kelas : Commelinidae
Ordo : Poales
Family : Poaceae
Genus : *Axonopus*
Spesies : *Axonopus compressus* (swart) Beauve.

Sumber : (<http://www.plantamor.com>).

a. Batang

Tidak berongga (padat/massif), bentuknya tertekan kearah lateral sehingga agak pipih, tidak berbulu, tumbuh tegak berumpun, sering membentuk geragih yang pada setiap dapat membentuk akar dan tunas baru, di lapangan sering tumbuh rapat membentuk “sheet”.

b. Daun

Helai daun berbentuk lanset, pada bagian pangkal meluas dan lengkung, ujungnya agak tumpul, permukaan sebelah atas di tumbuhi bulu-bulu halus yang tersebar, sedang sebelah bawah tidak berbulu, ukuran panjangnya 2,5-

37,5 cm dan lebar 6-16 mm. Upih daun bentuknya seperti lunas perahu yang sangat tertekan (pipih), pada pertautan dengan helai daun terdapat satu karangan bulu-bulu panjang, tepi luar upih daun berbulu halus, sedang bagian lainnya tidak.

c. Lidah Daun

Sangat pendek dan kurang nyata terlihat, berbulu pendek.

d. Perbungaan

Terdiri dari dua sampai tiga (biasanya dua tapi ada kalanya delapan tangkai (pedunculus) yang ramping semuanya tergabung secara simpodial muncul dari upih daun paling atas, berkembang secara berturut-turut, tangkai perbungaan tidak berbulu, pada bagian ujung (apex) terbentuk dua cabang bunga atau bulir (spica) yang berhadapan (conjungate) berbentuk huruf V, sering terdapat cabang bulir ketiga di bawahnya, jarang terdapat cabang ke empat, pada pangkal sumbu tumbuh beberapa bulu halus.

e. Susunan Buliran

Buliran tersusun dalam dua baris berselang-selang pada ke dua sisi sumbu yang rata, tidak saling tumpang tindih, tersusun rapat ke sumbu, panjang sumbu 3-11 cm dan lebarnya $0,5 - \frac{4}{5}$ mm. (Usman Nasution, 1989).

Penyebaran dan Status

Axonopus compressus merupakan gulma yang penting di perkebunan karet baik di areal pembibitan, TBM, maupun TM. Terdapat lebih dominan di areal TBM dan pembibitan, di areal TM tumbuh lebih jarang. Gulma ini menimbulkan masalah sebagai saingan tanaman karet dalam perebutan unsure hara dan air dan mengganggu pembangunan penutup tanah kacangan.

Selain sebagai gulma di perkebunan karet *A. compressus* merupakan gulma di perkebunan kelapa sawit, coklat, the, kelapa, buah-buahan dan tanaman pekarangan.

2.14 *Borreria latifolia*

Borreria latifolia adalah tanaman semusim berasal dari amerika tropik, di Indonesia penyebarannya meliputi 20-1600 m diatas muka laut, tumbuh pada tanah kering atau lembab di daerah terbuka atau sedikit ternaung.



Borreria latifolia termasuk dominan dan merupakan gulma penting di perkebunan karet, terutama dominan dan di pembibitan dan pada areal TBM, sedangkan di areal TM tumbuh jarang, Terdapat diseluruh daerah ekologi karet Sumatera Utara dan Aceh, baik pada tanah podsolik maupuhidromorfik/alluvial, berbunga sepanjang tahun.

a. Batang:

Lunak, tumbuh tegak, miring atau merambat, membentuk cabang semenjak dari pangkal berbentuk segi empat yang nyata/bersayap empat, sayap-sayap batang ruas paling atas sering keriting; tingginya mencapai 75 cm.

b. Perdaunan

Pada buku-buku batang, daun duduk berhadapan (opposite); pada ketiak daun terdapat bunga atau tunas cabang.

c. Daun

Berbentuk ellips atau bulat telur-bulat panjang agak tebal, berbentuk bagia pangkal lancip, ujungnya agak tumpul ukuran panjang nya kira-kira $1\frac{1}{2}$ - 2 kali lebarnya, tepi daun tidak berombak, permukaan bawah daun menonjolkan tulang-tulang daun, ukuran helai daun $2-7\frac{1}{2}$ cm panjang dan 1-4 cm lebar, warna nya hijau kekuning-kuningan.

d. Perbungaan

Terbentuk dalam kelompok pada ketiak daun atau ujung batang.

e. Satu bunga

Kelopak bunga berbentuk agak bulat 1-2 mm panjangnya bewarna ungu keputih-putihan adakalanya putih.

f. Buah

Berbulu halus, terbelah membujur atas dua bagian . (P4TM)

2.15 *Cyperus kyllingia*

Teki tahunan berumpun mempunyai rimpang yang menjalar dan beruas menghasilkan tunas dari buku-bukunya. Tumbuhan ini mempunyai umbi sebagai cadangan makanan. Ciri khasnya adalah umumnya tumbuhnya pendek, perbungaannya di ujung batang terdiri dari satu sampai empat kepala bunga berbentuk bulat atau bulat telur berwarna hijau pucat atau keputih-putihan. (Nasution,U.1986)

Tumbuhan ini lazimnya tumbuh rapat membentuk 'sheet' dan kepala bunganya yang keputih-putihan terlihat agak menyolok. Teki ini termasuk gulma yang umum pada tanah alluvial/hidromorfik, menimbulkan masalah persaingan di pembibitan dan jalur tanaman muda.

Pengendaliannya secara manual memerlukan pendongkelan umbi dan rimpangnya agar efektif. Pengendalian secara kimia yang terbaik dengan herbisida sistemik seperti glyphosate, bila dengan herbisida kontak perlu dua

atau tiga kali aplikasi. Teki ini sering terdapat di ladang yang terbuka, di tepi sawah, di tepi jalan dan di pekarangan.

Botani dan Morfologi Gulma Teki *Cyperus kyllingia* Endl



Gambar 8 *Cyperus kyllingia* Endl

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Monocotyledoneae
Ordo	: Cyperales
Family	: Cyperaceae
Genus	: <i>Cyperus</i>
Spesies	: <i>Cyperus kyllingia</i> Endl. (Nasution, U. 1986)

a. Batang

Tegak atau melengkung, berbentuk segi tiga dan permukaannya licin, tebal penampangnya 1 - 2 mm, tingginya 5 - 45 cm, mempunyai rimpang yang menjalar dan beruas, mempunyai umbi yang kecil, daun-daun terdapat di bagian pangkal dari batang.

b. Akar

Akar rimpang yang dimiliki oleh teki ini adalah berwarna merah. Teki udel-udelan merupakan rimpang pendek yang beruas teratur. Akar Teki udel-udelan memiliki percabangan yang merayap. Akarnya merupakan sistem percabangan serabuu. Berbentuk kecil-kecil seperti benang.

c. Daun

Helai daun berbentuk garis dengan parit memanjang yang agak dalam di bagian tengah, ujungnya agak runcing atau runcing, tepinya bagian atas kasar bila diraba, panjangnya 5 - 15 cm dan lebarnya 2 - 5 mm. Upih daun tumpang tindih dan berwarna ungu.

d. Perbungaan

Terbentuk di ujung batang, warnanya hijau sangat pucat atau keputih-putihan, terdiri dari satu sampai empat kepala bunga yang kompak, kepala bunga tengah tengah berbentuk bulat/bulat telur atau ellips dengan ukuran 8 - 12 mm panjang dan 6 - 10 mm lebar, kepala bunga yang disamping lebih kecil berpenmpang \pm 4 mm dan merapat di sisi bawah kepala bunga tengah, braktea berjumlah tiga sampai empat, rapat dengan dasar kepala bunga, menyebar miring atau agak horizontal, yang terbawah panjangnya mencapai 30 cm, bentuk dan warnanya menyerupai daunnya.

e. Kepala Bunga

Warnanya hijau sangat pucat atau keputih-putihan.

f. Buliran

Berbentuk bulat telur/ellips yang lepas, panjangnya 3 - 3,5 mm, warnanya hijau pucat, benang sari tiga biji berbentuk bulat panjang yang lepas, panjangnya 1,25 - 1,5 mm, warnanya coklat kehitam-hitaman.

Penyebaran dan Status Gulma Teki *Cyperus kyllingia* Endl

Cyperus kyllingia Endl. adalah tumbuhan teki tahunan, berbunga sepanjang tahun, tumbuh pada tanah lembab dan berair terutama pada tanah alluvial/ hidromorfik yang terbuka atau sedikit ternaung, penyebarannya meliputi 0 – 300 m, jarang sampan 1.200 m di atas muka laut.

Di perkebunan karet *Cyperus kyllingia* terdapat di semua daerah ekologi karet terutama di daerah rendah. Termasuk gulma penting dan sering dominan di tanah alluvial/hidromorfik. Masalah yang ditimbulkannya adalah menjadi saingan tanaman karet di pembibitan dan areal tanaman muda dan mengganggu pembangunan penutup tanah kacang. Di luar perkebunan karet *Cyperus kyllingia* terdapat di perkebunan kelapa sawit, tebu dan lain-lain.

2.15 *Paspalum conjugatum*

Klasifikasi sebagai berikut :

- Kingdom : *Plantae*
- Subkingdom : *Tracheobionta*
- Superdivisi : *Spermatophyta*
- Divisi : *Magnoliophyta*
- Kelas : *Liliopsida*
- Subkelas : *Commelinidae*
- Ordo : *Poales*
- Famili : *Poaceae*
- Genus : *Paspalum*
- Spesies : *Paspalum conjugatum* P.J



Paspalum conjugatum Berg tumbuhan ini berasal dari amerika tropik telah lama mengalami naturalisasi di pulau jawa, tumbuh padalokasi yang tidak terlalu kering tapi juga tidak terlalu basah (becek), dengan cahay matahari cukup atau sedikit ternaung, pada ketinggian 0-1700 m di atas permukaan laut. (Nasution,U. 1986)

- a. Batang: Padat agak pipih, tingginya 20-75 cm, tidak berbulu, warnanya hijau bercorak ungu, tumbuh tegak berumpun, membentuk geragih yang bercabang-cabang. Pada tiap buku dari geragih dapat membentuk akar dan batang baru; geragih merupakan sarana perkembang-biakan secara vegetative. Akar serabut, banyak dan halus, mencapai ke dalam \pm 20 cm dalam tanah.
- b. Daun: Helai daun berbentuk pita atau pita-lanset ujungnya lancip, berbulu sepanjang tepinya dan pada permukaannya. Helai daun paling atas sering rudimenter. Upih daun bewarna hijau atau bercorak ungu, berbentuk lunas perahu yang pipih, tepinya berbulu halus.
- c. Lidah daun: Pendek, rompong, berbulu halus, transparent.
- d. Perbungaan:Tandan (racemosa) hampir selalu tumbuh berhadapan di satu titik (conjugate), jarang sekali terdapat tandan ke tiga di bawahnya.Tandan-tandan mula tumbuh tegak dan rapat belakang-membelakangi, tapi kemudian terpisah satu sama lain, 3-15cm panjangnya.
- e. Sumbu dan susuan buliran: Bentuk daun sempit (1-1 $\frac{1}{4}$ mm), tidak berbulu, sisi belakang bewarna hijau mengkilap, di bagian ujung menyempit dan mengering. Pada sumbu buliran tersusun dalam dua barisan seperti asap genteng dengan sedikit bagian yang bertindihan.
- f. Buliran: sangat kecil (1 $\frac{3}{4}$ -2 cm), berbentuk ellips lebar dengan ujung yang tumpul, sepanjang sisinya (G2) terdapat bulu-bulu halus yang panjang, warnanya hijau sangat pucat, bertangkai pendek $\frac{3}{4}$ - $\frac{3}{4}$ mm, benang sari tiga bewarna kuning cerah sedangkan putik bewarna putih atau kekuning-kuningan. (Nasution, U. 1986)

2.17 Penelitian-penelitian yang relevan

Penelitian yang relevan dengan kajian yang dibahas penulis adalah sebagai berikut:

1. Efektivitas herbisida monoamonium glifosat untuk pengendalian gulma di bawah tegakan sengon di parung panjang, jawa barat (effectiveness of monoamonium glifosat herbicide to control weeds under albizian plantation in parung panjang, west java) oleh ari wibowo dan m. Nazif (pusat litbang hutan tanaman kampus litbang kehutanan, jl. Gunung batu no. 5, bogor 16610), mengatakan Efektivitas Monoamonium Glifosat sebagai bahan aktif herbisida telah diuji untuk mengendalikan gulma di

bawah tegakan *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen di Parung Panjang, Jawa Barat. Hasil percobaan menunjukkan bahwa Herbisida Monoamonium Glifosat dapat digunakan sebagai sarana pemeliharaan tanaman kehutanan dari gangguan gulma di bawah tegakan *Paraserianthes falcataria*. Selanjutnya Herbisida Monoamonium Glifosat dengan minimum dosis 4,5 liter/ha efektif untuk mengendalikan gulma *Imperata cylindrica* Beauv., *Borreria latifolia* DC. dan *Mikania micrantha* Will. Meskipun demikian herbisida ini tidak efektif untuk mengendalikan pertumbuhan gulma *Chromolaena odorata* DC.

2. Efektivitas Penggunaan Herbisida Kontak Terhadap Gulma Campuran Pada Tanaman Kopi. Oleh Nur Aysyah. Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut : 1. Herbisida gramoxone efektif mengendalikan gulma berdaun lebar jenis *Boreria alata* dan gulma teki jenis *Cyperus rotundus*. 2. Penyemprotan pengendalian gulma campuran herbisida gramoxone dengan konsentrasi 45 cc/10 liter air (P1) efektif mengendalikan gulma teki jenis *Cyperus rotundus*. 3. Pengendalian gulma campuran dengan herbisida gramoxone dengan konsentrasi 65 cc/10 liter air (P3) efektif mengendalikan gulma daun lebar jenis *Boreria alata*. 4. Untuk penggunaan herbisida harus tepat sasaran, tepat waktu dan tepat konsentrasi agar kematian gulma dapat maksimal.
3. Efektivitas Penggunaan Bioetanol dari Limbah Pulp Kakao (*Theobroma cacao* L.) terhadap Lama Pembakaran Kompor Bioetanol oleh Lisma Shofarina Purwati dan Sri Nurhatika Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember menyatakan bahwa Pulp kakao merupakan limbah pertanian yang mengandung glukosa dan sukrosa. Bahan bergula pada limbah dapat dimanfaatkan sebagai sumber karbon untuk produksi etanol (C_2H_5OH). Hasil dari penelitian ini yaitu etanol dengan kadar 80% paling efektif digunakan sebagai bahan bakar karena memiliki lama pembakaran yang terbaik dengan waktu rata-rata lama pembakaran sebesar 3 menit 3,5 detik dan membutuhkan waktu 1 menit 9 detik. Proses fermentasi menghasilkan kadar gula reduksi sebesar 10% dan proses destilasi 10 liter limbah pulp kakao menghasilkan 100 ml etanol 83% dan 200 ml etanol 30%.
4. Efektivitas Herbisida Monoamonium Glifosat Untuk Pengendalian Gulma Di Bawah Tegakan Sengon Di Parung Panjang, Jawa Barat oleh Ari Wibowo dan M. Nazif menyatakan bahwa Efektivitas Monoamonium Glifosat sebagai bahan aktif herbisida telah diuji untuk mengendalikan gulma di bawah tegakan *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen di Parung Panjang, Jawa Barat. Percobaan dilaksanakan melalui aplikasi herbisida Monoamonium Glifosat dengan dosis 3, 4,5, 6 dan 9 liter per ha serta

membandingkannya dengan herbisida dengan bahan aktif Glifosat 4,5 liter per ha, perlakuan manual and kontrol (tanpa perlakuan). Hasil percobaan menunjukkan bahwa Herbisida Monoamonium Glifosat dapat digunakan sebagai sarana pemeliharaan tanaman kehutanan dari gangguan gulma di bawah tegakan *Paraserianthes falcataria*. Selanjutnya Herbisida Monoamonium Glifosat dengan minimum dosis 4,5 liter/ha efektif untuk mengendalikan gulma *Imperata cylindrica* Beauv., *Borreria latifolia* DC. dan *Mikania micrantha* Will. Meskipun demikian herbisida ini tidak efektif untuk mengendalikan pertumbuhan gulma *Chromolaena odorata* DC. Pada tanaman *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen tidak tampak gejala keracunan akibat penggunaan herbisida Monoamonium Glifosat pada semua tingkat dosis yang dicobakan.

5. Respon Delapan Jenis Gulma Indikator Terhadap Pemberian Cairan Fermentasi Pulp Kakao oleh Aris Faisal Pratama, Herry Susanto & Dad R. J. Sembodo menyatakan bahwa Cairan fermentasi pulp kakao merupakan salah satu hasil sampingan dari pengelolaan kakao, yang masih belum dimanfaatkan secara optimal. Berdasarkan hasil uji awal yang dilakukan, cairan fermentasi pulp kakao memiliki potensi untuk dijadikan sebagai bioherbisida. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya racun yang terkandung dalam cairan fermentasi pulp kakao dan jenis gulma yang dapat teracuni. Hasil penelitian menunjukkan cairan fermentasi pulp kakao memiliki kandungan asam organik yang dapat meracuni delapan jenis gulma indikator. Persentase keracunan gulma golongan rumput 83 %, daun lebar 41 %, dan teki 33 %. Gulma golongan rumput memiliki persentase keracunan paling tinggi, sedangkan golongan teki persentase keracunannya paling rendah. Bobot kering brangkasian delapan gulma indikator, baik diaplikasi cairan fermentasi pulp kakao maupun yang tidak diaplikasi, tidak terjadi perbedaan. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan zat yang terdapat dalam cairan fermentasi pulp kakao dapat meracuni gulma, tetapi tidak dapat menekan dan mengendalikan pertumbuhan gulma.
6. Respons Pertumbuhan Gulma Terhadap Kepekatan Cairan Fermentasi Pulp Kakao Sebagai Bioherbisida Pascatumbuah oleh Sujarman, Hermanus Suprpto & Dad R.J. Sembodo menyatakan bahwa Cairan fermentasi pulp kakao mengandung asam organik dan polifenol yang mungkin dapat digunakan sebagai bioherbisida untuk mengendalikan gulma. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cairan fermentasi pulp kakao kepekatan 10-20% tidak meracuni semua jenis gulma, tetapi pada kepekatan 30% meracuni tiga jenis gulma dan tidak terhadap *C. kyllingia*. *A. compressus* menunjukkan respon keracunan tertinggi dibandingkan dengan gulma lain. Cairan fermentasi pulp kakao dengan kepekatan 100% mampu menekan bobot kering gulma total. Bobot kering

jenis gulma berbeda, *C. kyllingia* menunjukkan bobot kering terendah dibandingkan dengan *R. brasiliensis*, *A. compressus*, dan *S. plicata*.

7. Pengaruh Asam Asetat Sebagai Herbisida Pra Tumbuh Terhadap Pertumbuhan Gulma Dan Perkecambahan Jagung oleh Hidayat Pujisiswanto, Prapto Yudono, Endang Sulistyaningsih dan Bambang H. Sunarminto menyatakan bahwa hasil penelitian menunjukkan bahwa: aplikasi asam asetat pra tumbuh 20% dilahan mampu menghambat pertumbuhan gulma dibandingkan asam asetat 10% pada 4 minggu setelah aplikasi. Aplikasi asam asetat pra tumbuh 20% hanya mampu menghambat perkecambahan biji-biji jenis gulma semusim, sedangkan gulma tahunan seperti *Paspalum distichum* dan *Cyperus rotundus* belum mampu dihambat. Aplikasi asam asetat pra tumbuh tidak menghambat perkecambahan jagung.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan di Kecamatan Deli Tua Kabupaten Deliserdang. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan September 2018. Lokasi penelitian merupakan daerah yang banyak ditanami Kakao dan kelapa sawit. Berdasarkan SK Gubernur Nomor 140/2770/K/93 tanggal 24 Nopember 1993, daerah kecamatan Deli Tua kembali dimekarkan menjadi 3 desa dan 3 kelurahan dan pusat pemerintahan terletak di kelurahan Deli Tua Timur yang mana tempat tersebut banyak petani kakao dan kelapa sawit.

3.2. Metode Penelitian

Metode dalam Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) , yang terdiri dari 5 perlakuan dan 6 ulangan. dengan perlakuan lama fermentasi limbah cair pulp kakao yaitu:

F0 : Tanpa Aplikasi Bioherbisida (Kontrol)

F1 : Menggunakan bioherbisida

Jumlah ulangan : 6 ulangan

Jumlah tanaman/perlakuan : 5 tanaman gulma/ 5 perlakuan

Jumlah tanaman seluruhnya : 300 tanaman

Masing-masing perlakuan terdapat beberapa jenis gulma. Secara keseluruhan terdapat 150 polybag gulma.

Rancangan Acak Kelompok dengan model linier sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + \varepsilon_{ij} \quad ; \quad i = 1, 2, 3 \dots t$$
$$j = 1, 2, 3 \dots r$$

Y_{ij} = respon atau nilai pengamatan

dari perlakuan ke i dan ulangan ke j

μ = nilai tengah umum

T_i = pengaruh perlakuan ke- i

B_j = pengaruh blok ke- j

ε_{ij} = pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke- i dan ulangan ke- j

Sehingga data ini di analisis menggunakan Metode Analisis Kruskall Walis dan jika hasil pengujian menunjukkan hasil yang nyata dilanjutkan dengan Uji Jarak Duncan (DMRT) pada $\alpha = 5\%$.

3.3. Bahan dan Peralatan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cairan fermentasi pulp kakao 1 minggu, 2 minggu, 3 minggu, 4 minggu.

Alat-alat yang digunakan adalah hand sprayer, cangkul, meteran, polybag uk. 15 x 30 cm / 1000 gram, ember, dan gelas ukur.

3.4. Perlakuan

Tingkat keracunan bioherbisida terhadap tanaman gulma diamati setelah empat belas hari setelah aplikasi bioherbisida pulp kakao dengan system penilaian scoring 0, 1, 2, 3, 4 (Komisi Pestisida, 2000)

Skor (Score)	Gejala Keracunan (Poisonous symptom)
0	Tidak ada keracunan, 0-5 % bentuk atau warna daun muda mengalami sedikit perubahan. (No poisoning, 0-5 % of malformation or discoloration of young leaves)
1	Keracunan ringan, 6-10 % bentuk atau warna daun muda tidak normal. (Light poisoning, 6-10 % of abnormal form or color of young leaves)
2	Keracunan sedang, 11-20 % bentuk atau warna daun muda tidak normal. (Medium poisoning, 11-20% of abnormal form or color of young leaves)
3	Keracunan berat, 21-50 % bentuk warna daun muda tidak normal. (Hard poisoning, 21-50 % of abnormal form or color of young leaves)
4	Keracunan sangat berat, >50 % bentuk atau warna daun muda tidak normal hingga mengering dan rontok sampai tanaman mati. (Very hard poisoning of abnormal form or color of young leaves, dry and fall)

3.5. Tahapan Penelitian

Adapun tahapan dalam penelitian ini adalah :

1. Persiapan areal penelitian yang dilakukan di Kebun Masyarakat di Kecamatan Deli Tua Kabupaten Deliserdang.
2. Pembuatan bioherbisida pulp kakao
Proses pengambilan cairan fermentasi pulp kakao diawali dengan memetik buah kakao di lahan yang siap panen. Buah kakao yang sudah dipetik dikumpulkan di tempat yang kering dan bersih. Kemudian dilakukan pemecahan, atau pembelahan buah kakao untuk mendapatkan biji kakao. Pemecahan buah kakao menggunakan pemukul kayu dan pisau. Biji kakao dikeluarkan lalu dimasukkan dalam karung goni yang bersih, sedangkan empulur yang melekat pada biji dibuang.
 - a. Setelah biji kakao semua tertampung di dalam karung goni kemudian karung goni di ikat, digantung dan dilapis plastik agar cairan pulp kakao mengalir dari karung ke plastik. Cairan kakao tersebut dimasukkan kedalam wadah dan ditutup rapat dan disimpan agar mengalami fermentasi secara alami.

b. Persiapan & Pembuatan Media Tanam

Media Tanam terdiri dari tanah subsoil dan pupuk kandang lembu dengan perbandingan 2:1 yang di masukkan dalam polybag berukuran 15 x 30 cm dengan 5 jenis gulma ditanam pada polybag.

c. Penanaman gulma pada polybag

Memindahkan gulma dewasa dari lapangan ke dalam polybag berukuran 15 x 30 cm yang telah berisi media tanam.

d. Aplikasi Bioherbisida

Aplikasi bioherbisida dilakukan sekali selama penelitian, dilakukan dengan cara di semprotkan pada gulma yang berumur 2 minggu setelah di pindahkan ke polybag uk.15 x 30 cm / 1Kg yang di tata pada luasan $56m^2$ (8m x 7m). Alat yang digunakan adalah *hand sprayer*. Penyemprotan di lakukan tepat diatas gulma sampai keadaan basah , yaitu hingga cairan bioherbisida yang diaplikasikan pada gulma menetes ke permukaan tanah polybag (1 tanaman per polybag = ± 10 ml). Waktu aplikasi pada pagi hari pukul 07.00 sampai 10.00 WIB.

3.6. Pengamatan dan Indikator

Pengamatan tingkat kematian gulma dilakukan secara visual setiap hari selama empat belas hari setelah aplikasi bio herbisida pulp kakao dengan sistem penilaian skoring atau taksiran persentase 0,1,2,3 dan 4 (Komisi Pestisida, 2000).

Indikator hasil pengamatan 0,1,2,3 dan 4 diperoleh dengan mengamati bentuk fisik gulma setelah aplikasi bioherbisida. Gulma yang bertahan hidup adalah gulma yang masih tampak kelihatan segar, sedangkan gulma yang keracunan adalah tampak kelihatan tidak segar, dengan kata lain secara visual berwarna kuning, kuning kecoklatan dan kering.

3.7 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1	Persiapan	■					
2	Pembuatan bioherbisida pulp kakao		■	■			
3	Aplikasi Bioherbisida			■			
4	Penyusunan laporan penelitian				■	■	
5	Seminar						■

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian mengenai Efektivitas bioherbisida dari limbah cair pulp kakao dalam pengendalian berbagai jenis gulma di kebun masyarakat Kecamatan Deli Tua Kabupaten Deliserdang yaitu sebagai berikut :

a. *Ageratum conyzoides*

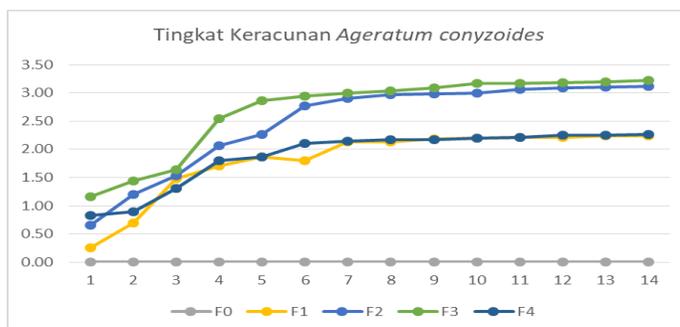
Pada gulma *Ageratum conyzoides* pemberian bioherbisida menunjukkan hasil yang baik pada F3, yang mana selama 14 hari gulma tersebut keracunan lebih tinggi dibandingkan dengan waktu fermentasi yang lain. Berikut data pengamatan selama 14 hari pada waktu fermentasi yang berbeda.

Tabel 4.1 Tingkat Keracunan Gulma *Ageratum conyzoides*

Perlakuan	Hari													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
F0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F1	0.25	0.70	1.48	1.70	1.87	1.80	2.13	2.13	2.18	2.20	2.22	2.22	2.23	2.23
F2	0.65	1.20	1.53	2.07	2.27	2.77	2.90	2.97	2.98	3.00	3.07	3.08	3.10	3.12
F3	1.17	1.43	1.63	2.55	2.87	2.95	3.00	3.03	3.08	3.17	3.17	3.18	3.20	3.22
F4	0.83	0.90	1.30	1.80	1.87	2.10	2.15	2.17	2.17	2.20	2.22	2.25	2.25	2.27
Rata	0.58	0.85	1.19	1.62	1.77	1.92	2.04	2.06	2.08	2.11	2.13	2.15	2.16	2.17
Sig	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

Dari data diatas dapat diambil kesimpulan bahwa perlakuan dari F1, F2, F3, dan F4 sangat nyata sesuai dengan hasil analisis sidik ragam (data terlampir). Dimana aplikasi bioherbisida memberikan pengaruh terhadap gulma *Ageratum conyzoides*. Perlakuan F3 lebih tinggi angka keracunan gulma *Ageratum conyzoides* dibandingkan dengan F1, F2, dan F4. Tingkat keracunan sudah terlihat pada hari ke 1, dimana gulma sudah tampak 6-10 % bentuk atau warna daun muda tidak normal. (Light poisoning, 6-10 % of abnormal form or color of young leaves)

Berikut diagram tingkat keracunan gulma *Ageratum conyzoides* selama 14 hari



b. *Axonopus compressus*

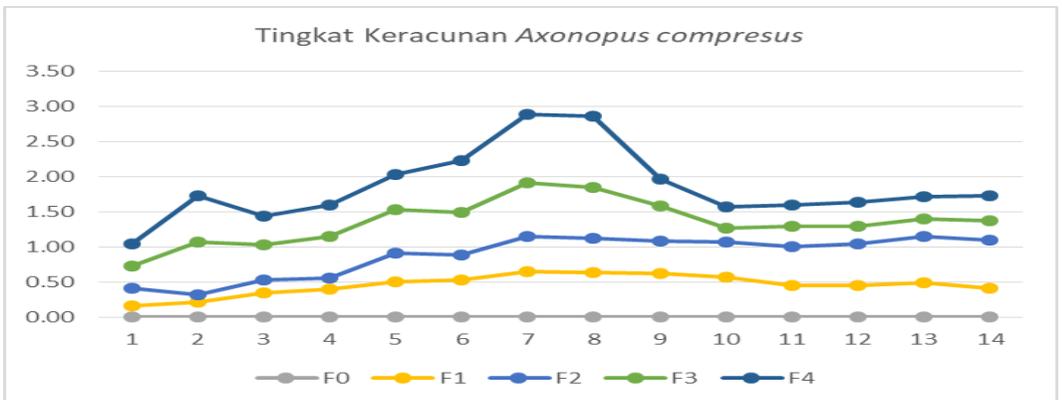
Pada gulma *Axonopus compressus* lama fermentasi F4 menunjukkan rata-rata paling tinggi. Berikut data pengamatan selama 14 hari pada waktu fermentasi yang berbeda.

Tabel 4.2 Tingkat Keracunan Gulma *Axonopus compressus*

Perlakuan	hari													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
F0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F1	0.17	0.22	0.35	0.40	0.50	0.53	0.65	0.63	0.62	0.57	0.45	0.45	0.48	0.42
F2	0.25	0.10	0.18	0.15	0.42	0.36	0.50	0.48	0.47	0.50	0.55	0.60	0.67	0.68
F3	0.32	0.75	0.50	0.60	0.62	0.60	0.77	0.73	0.50	0.20	0.30	0.25	0.25	0.27
F4	0.32	0.67	0.40	0.45	0.50	0.73	0.97	1.02	0.38	0.30	0.30	0.33	0.32	0.37
Rata	0.21	0.35	0.29	0.32	0.41	0.45	0.58	0.57	0.39	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35
Sig	tn	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

Dari data diatas dapat diambil kesimpulan bahwa perlakuan dari F1, F2, F3, dan F4 sangat nyata sesuai dengan hasil analisis sidik ragam (data terlampir). Dimana aplikasi bioherbisida memberikan pengaruh terhadap gulma *Axonopus compressus*. Perlakuan F4 lebih tinggi angka keracunan gulma *Axonopus compressus* dibandingkan dengan F1, F2, dan F3. Tingkat keracunan sudah terlihat pada hari ke 1, dimana gulma sudah tampak 6-10 % bentuk atau warna daun muda tidak normal. (Light poisoning, 6-10 % of abnormal form or color of young leaves)

Berikut diagram tingkat keracunan gulma *Axonopus compressus* selama 14 hari



c. *Borreria latifolia*

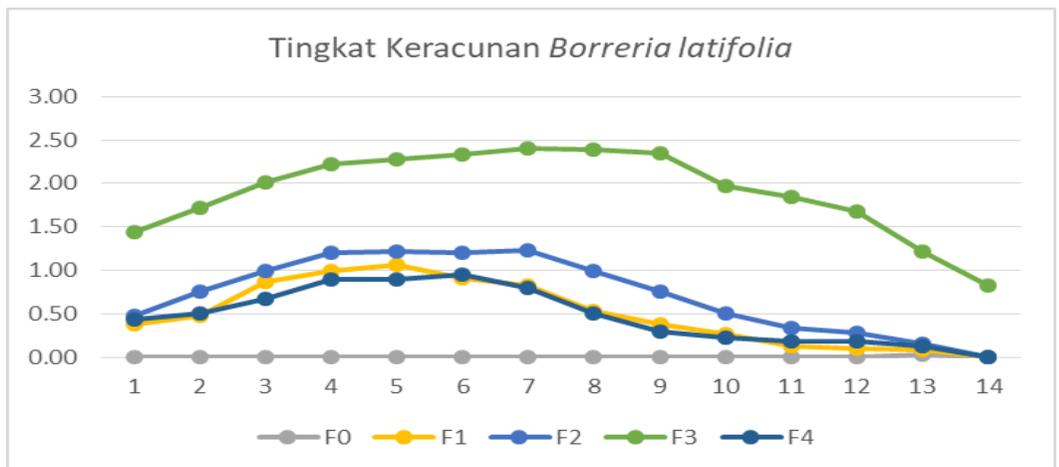
Pada gulma *Borreria latifolia* lama fermentasi juga menunjukkan pengaruh, tetapi dari rata-rata setiap perlakuan tidak terlalu tinggi. Berikut data pengamatan selama 14 hari pada waktu fermentasi yang berbeda.

Tabel 4.3 Tingkat Keracunan Gulma *Borreria latifolia*

Perla kuan	Hari													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
F0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
F1	0.38	0.48	0.87	1.00	1.07	0.92	0.83	0.53	0.38	0.27	0.13	0.10	0.08	0.00
F2	0.48	0.75	1.00	1.20	1.22	1.20	1.23	1.00	0.75	0.50	0.33	0.28	0.15	0.00
F3	1.43	1.72	2.02	2.22	2.28	2.33	2.40	2.38	2.35	1.97	1.85	1.68	1.22	0.83
F4	0.43	0.50	0.67	0.90	0.90	0.95	0.80	0.50	0.30	0.23	0.18	0.18	0.13	0.00
Rata	0.55	0.69	0.91	1.06	1.09	1.08	1.05	0.88	0.76	0.59	0.50	0.45	0.32	0.17
Sig	tn	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

Dari data diatas dapat diambil kesimpulan bahwa perlakuan dari F1, F2, F3, dan F4 sangat nyata sesuai dengan hasil analisis sidik ragam (data terlampir). Dimana aplikasi bioherbisida memberikan pengaruh terhadap gulma *Borreria latifolia*. Perlakuan F3 lebih tinggi angka keracunan gulma *Borreria latifolia* dibandingkan dengan F1, F2, dan F4. Tingkat keracunan sudah terlihat pada hari ke 1, dimana gulma sudah tampak 6-10 % bentuk atau warna daun muda tidak normal. (Light poisoning, 6-10 % of abnormal form or color of young leaves)

Berikut diagram tingkat keracunan gulma *Borreria latifolia* selama 14 hari



d. *Cyperus kyllingia*

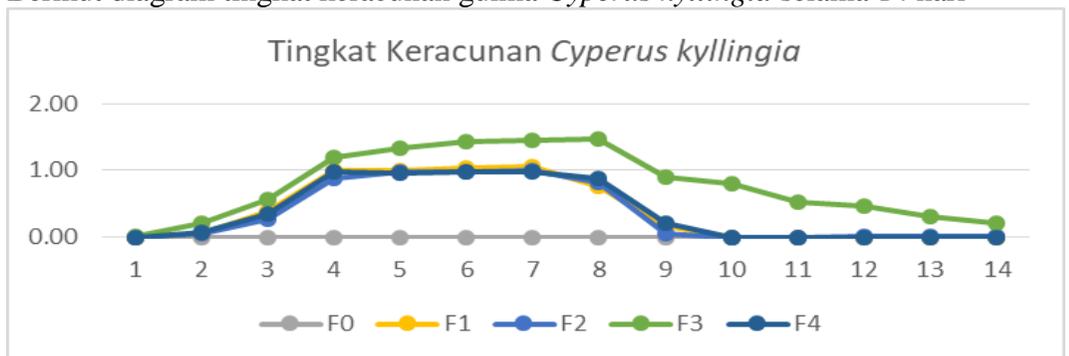
Pada gulma *Cyperus kyllingia* pemberian bioherbisida menunjukkan hasil yang baik pada F3, yang mana selama 14 hari gulma tersebut keracunan lebih tinggi dibandingkan dengan waktu fermentasi yang lain. Berikut data pengamatan selama 14 hari pada waktu fermentasi yang berbeda

Tabel 4.4 Tingkat Keracunan Gulma *Cyperus kyllingia*

Perla kuan	Hari													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
F0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F1	0.00	0.05	0.38	1.00	1.00	1.03	1.05	0.77	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F2	0.00	0.05	0.27	0.88	0.98	0.98	1.00	0.82	0.05	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02
F3	0.02	0.22	0.57	1.20	1.33	1.43	1.45	1.47	0.90	0.80	0.53	0.47	0.32	0.20
F4	0.00	0.07	0.35	0.98	0.97	0.98	0.98	0.88	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rata	0.00	0.08	0.31	0.81	0.86	0.89	0.90	0.79	0.26	0.16	0.11	0.10	0.07	0.04
Sig	tn	tn	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

Dari data diatas dapat diambil kesimpulan bahwa perlakuan dari F1, F2, F3, dan F4 sangat nyata sesuai dengan hasil analisis sidik ragam (data terlampir). Dimana aplikasi bioherbisida memberikan pengaruh terhadap gulma *Cyperus kyllingia*. Perlakuan F3 lebih tinggi angka keracunan gulma *Cyperus kyllingia* dibandingkan dengan F1, F2, dan F4. Tingkat keracunan sudah terlihat pada hari ke 1, dimana gulma sudah tampak 6-10 % bentuk atau warna daun muda tidak normal. (Light poisoning, 6-10 % of abnormal form or color of young leaves)

Berikut diagram tingkat keracunan gulma *Cyperus kyllingia* selama 14 hari



e. *Paspalum conjugatum*

Pada gulma *Paspalum conjugatum* pemberian bioherbisida menunjukkan hasil yang baik pada F3, yang mana selama 14 hari gulma tersebut keracunan lebih tinggi dibandingkan dengan waktu fermentasi yang

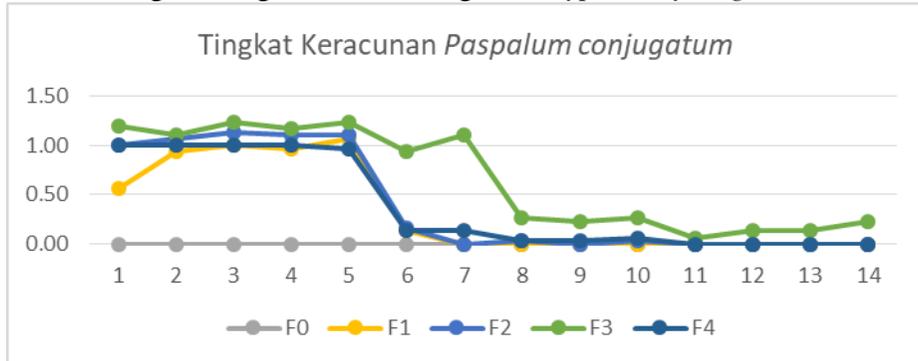
lain. Berikut data pengamatan selama 14 hari pada waktu fermentasi yang berbeda

Tabel 4.4 Tingkat Keracunan *Paspalum conjugatum*

Perlakuan	Hari													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
F0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F1	0.57	0.93	1.00	0.97	1.07	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F2	1.00	1.07	1.13	1.10	1.10	0.17	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
F3	1.20	1.10	1.23	1.17	1.23	0.93	1.10	0.27	0.23	0.27	0.07	0.13	0.13	0.23
F4	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.13	0.13	0.03	0.03	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
Rata	0.75	0.82	0.87	0.85	0.87	0.27	0.25	0.07	0.05	0.07	0.01	0.03	0.03	0.05
Sig	**	**	**	**	**	**	**	tn						

Dari data diatas dapat diambil kesimpulan bahwa perlakuan dari F1, F2, F3, dan F4 sangat nyata sesuai dengan hasil analisis sidik ragam (data terlampir). Dimana aplikasi bioherbisida memberikan pengaruh terhadap gulma *Paspalum conjugatum*. Perlakuan F3 lebih tinggi angka keracunan gulma *Paspalum conjugatum* dibandingkan dengan F1, F2, dan F4. Tingkat keracunan sudah terlihat pada hari ke 1, dimana gulma sudah tampak 6-10 % bentuk atau warna daun muda tidak normal. (Light poisoning, 6-10 % of abnormal form or color of young leaves)

Berikut diagram tingkat keracunan gulma *Cyperus kyllingia* selama 14 hari

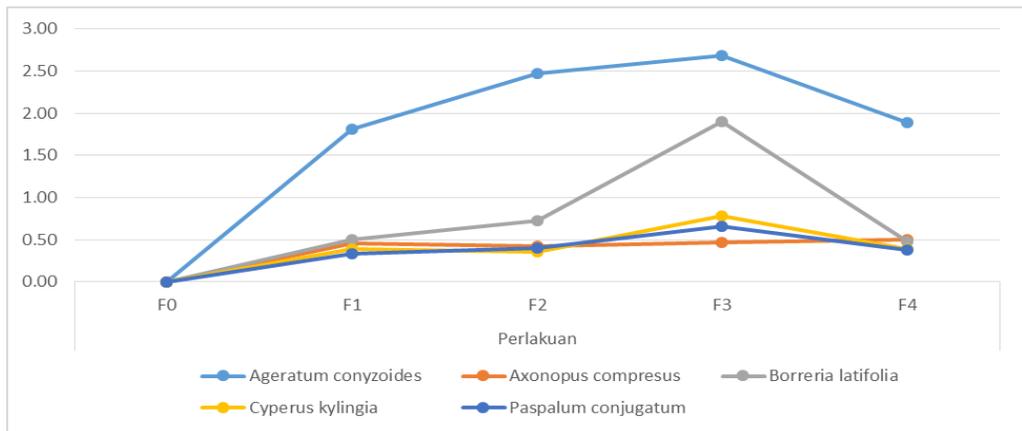


f. Efektivitas Fermentasi

Efektivitas pengapiliasian bioherbisida dibandingkan dengan perlakuan yang tidak diaplikasikan (kontrol) yaitu :

Jenis Gulma	Perlakuan				
	F0	F1	F2	F3	F4
<i>Ageratum conyzoides</i>	0.00	1.81	2.48	2.69	1.89
<i>Axonopus compressus</i>	0.00	0.46	0.42	0.48	0.50
<i>Borreria latifolia</i>	0.00	0.50	0.72	1.91	0.48
<i>Cyperus kylingia</i>	0.00	0.39	0.36	0.78	0.39
<i>Paspalum conjugatum</i>	0.00	0.33	0.40	0.66	0.38

Dari data diatas bahwa pada F1, F2, F3, dan F4 angka keracunan tertinggi pada gulma *Ageratum conyzoides*. Fermentasi pulp kakao lebih efektif diaplikasikan pada gulma tersebut, ini terbukti dengan tingginya angka keracunan pada tiap perlakuan. Sedangkan lama waktu fermentasi lebih efektif meracuni gulma pada F3, dari data diatas F3 lebih tinggi pada 4 jenis gulma, yaitu *Ageratum conyzoides*, *Borreria latifolia*, *Cyperus kylingia*, *Paspalum conjugatum*. Berbeda dengan gulma jenis *Axonopus compressus*, yang mana gulma tersebut lebih efektif keracunan pada perlakuan F4.



4.2 Pembahasan

Tingkat keracunan beberapa gulma tersebut diatas menunjukkan respon yang berbeda-beda, berdasarkan pengamatan visual pada *Ageratum conyzoides* yang dilakukan terlihat efek bakar pada gulma dan terlihat layu dan kemudian kering/ mati. Fermentasi 3 minggu memberikan tingkat keracunan yang lebih tinggi dibandingkan dengan fermentasi yang lain. Sedangkan pada gulma *Axonopus compressus* yang efektif pada fermentasi 4 minggu. Pada gulma *Borreria latifolia*, *Cyperus kylingia*, *Paspalum*

conjugatum juga fermentasi 3 minggu memberikan pengaruh terhadap keracunan dari gulma.

Dari kelima gulma tersebut, pengaplikasian bioherbisida limbah pulp kakao yang efektif yaitu pada lama fermentasi 3 minggu, hal tersebut terlihat dari tingginya kematian pada 4 gulma yaitu *Ageratum conyzoides*, *Borreria latifolia*, *Cyperus kyllingia*, *Paspalum conjugatum*. Sedangkan pada fermentasi 4 minggu hanya efektif pada 1 gulma saja, yaitu *Axonopus compresus*. Sembodo (2010) menyatakan bahwa gulma dari spesies yang samapun kadangkala memberikan respon yang berbeda terhadap herbisida tertentu. Apalagi antar jenis gulma walaupun dalam satu golongan tertentu, respon yang ditunjukkan sering berbeda

Menurut Fadhly dan Tabri (2004) menyatakan bahwa herbisida memiliki efektifitas yang beragam, berdasarkan cara kerjanya.

Hal ini membuktikan bahwa lamanya fermentasi pulp kakao yang menyebabkan bakteri berperan aktif dalam fermentasi tersebut sehingga dapat meracuni gulma, penelitian ini di dukung oleh pendapat Frazier (1977) yang menyatakan bahwa khamir atau yang sering juga disebut sebagai ragi atau yeast adalah mikroorganisme bersel tunggal, berbentuk bulat telur atau bulat panjang membentuk pseudomiselium yang diartikan sebagai jasad renik sejenis jamur yang berkembang biak dengan sangat yang mampu mengubah pati pada gula menjadi karbondioksida dan alkohol.

Penelitian ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sembodo Dad R. J yang menyatakan bahwa, berdasarkan gejala dan sifat umum yang ditunjukkan gulma setelah diaplikasikan cairan fermentasi pulp kakao, kemampuan cairan pulp kakao hampir sama dengan herbisida kontak, Herbisida kontak kerjanya langsung mematikan jaringan atau bagian gulma yang terkena larutan herbisida, terutama bagian gulma berwarna hijau yang aktif berfotosintesis, dan mampu mematikan gulma secara cepat, 2-3 jam setelah disemprot gulma sudah layu dan 2-3 hari kemudian mati, gulma akan pulih dan tumbuh kembali secara cepat sekitar 1 minggu (Sembodo 2013).

Setiap golongan gulma memiliki respon yang berbeda atas penerimaan herbisida. Berdasarkan gejala dan sifat umum yang ditunjukkan gulma setelah diaplikasikan cairan fermentasi pulp kakao, kemampuan cairan pulp kakao hampir sama dengan herbisida kontak. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian (Pujisiswanto,2011) menyatakan bahwa asam cuka bersifat kontak dengan konsentrasi 10–20% yang lebih direkomendasikan untuk digunakan dalam pengendalian gulma daun lebar. Asam cuka alami dapat terbuat dari fermentasi buah busuk dan biji-bijian (Cruz, 2002). Hasil penelitian Effendi (2002) menyatakan bahwa limbah cair pulp kakao dengan kadar gula 12-15 % berpotensi sebagai bahan asam cuka. Produksi

asam asetat yang dihasilkan dari substrat etanol hasil fermentasi alkohol medium pulp kakao sebesar 7,84% (Pairunan, 2009).

Menurut Chinery (2002), asam cuka (asam asetat) dapat digunakan sebagai bioherbisida, namun penelitian yang mendukung masih terbatas. Mekanisme kerja asam asetat adalah mirip dengan paraquat yaitu menyebabkan kerusakan secara cepat keutuhan membran sel yang mengakibatkan pengeringan jaringan daun, dan akhirnya kematian tanaman. Paraquat merupakan salah satu herbisida kontak yang banyak digunakan dalam persiapan lahan (Owen, 2002).

Mekanisme kerja asam asetat pascatumbuh adalah menghambat pertumbuhan gulma melalui kerusakan membran sehingga sel bocor, penurunan konduktansi stomata dan menginduksi penutupan stomata, penurunan laju transpirasi, penurunan serapan CO₂ dan peningkatan O₂, menghambat sintesis protein dan penurunan kadar klorofil sehingga menghambat laju fotosintesis. ATP dan NADPH diduga terakumulasi dalam stroma pada kloroplas, sehingga bereaksi dengan O₂ membentuk superoksida (O²⁻) dan hydrogen peroksida (H₂O₂) di kloroplas. Peningkatan pembentukan radikal O²⁻ dan H₂O₂ menyebabkan peningkatan enzim SOD dan POD sebagai ketahanan gulma *Cyperus rotundus* dan *Paspalum distichum*. Peningkatan radikal O²⁻ dan H₂O₂ pada gulma *Cleome viscosa* menyebabkan penurunan enzim SOD dan POD mengakibatkan kerusakan sel mesofil daun gulma (Pujisiswanto, 2015).

Evans et al. (2009) menyatakan bahwa asam cuka (asam asetat) konsentrasi 20% yang diterapkan pada volume 636 l/ha dapat mengendalikan *Amaranthus retroflexus* sampai dengan 100% pada 6 hari setelah aplikasi (HSA) dan mengalami kematian pada 9 HSA. Aplikasi cuka pascatumbuh mampu menghambat pertumbuhan *Asystasia gangetica* dan *Synedrella nudiflora* pada konsentrasi 10 - 20% sampai 4 minggu setelah aplikasi (MSA) dengan tingkat keracunan sekitar 70% dibandingkan konsentrasi 5% dan tanpa aplikasi asam asetat. Aplikasi asam asetat pada konsentrasi 20% mampu menghambat pertumbuhan gulma teki (*Cyperus rotundus*) dan gulma rumputan yaitu, *Axonopus compressus* dan *Imperata cylindrica* sampai 4 minggu setelah aplikasi dengan tingkat keracunan sekitar 50% dibandingkan konsentrasi 5%, 10%, dan tanpa aplikasi asam asetat (Pujisiswanto, 2011).

Menurut Wibowo et al (2007) menyatakan bahwa Penggunaan herbisida merupakan salah satu alternatif metode yang dapat diterapkan dalam mengendalikan gulma yang mengancam pertumbuhan tanaman kehutanan. Salah satu jenis herbisida yang dapat diaplikasikan adalah herbisida dengan bahan aktif Monoamonium Glifosat yang dapat digunakan sebagai sarana pemeliharaan tanaman kehutanan dari gangguan gulma di bawah tegakan *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen. Herbisida Monoamonium Glifosat dengan dosis minimum 4,5 liter/ha cukup efektif

untuk mengendalikan gulma *Imperata cylindrica* Beauv., *Borreria latifolia* DC. and *Mikania micrantha* Will. Sedangkan untuk gulma *Chromolaena odorata* DC. herbisida ini tidak efektif menekan pertumbuhannya. Aplikasi herbisida Monoamonium Glifosat di bawah tegakan *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen berumur dua tahun tidak menimbulkan gejala keracunan pada semua tingkat dosis yang dicobakan. Dalam penggunaan herbisida pengendali gulma, hal yang perlu dipertimbangkan adalah harga herbisida (nilai ekonomis), ketersediaan tenaga, efektivitas herbisida dan dampaknya secara keseluruhan terhadap lingkungan.

Menurut Pujisiswanto et al (2014) menyatakan bahwa Aplikasi asam asetat pra tumbuh 20% mampu menghambat pertumbuhan gulma dibandingkan dengan asam asetat 10% pada 4 msa, yaitu menurunkan jumlah gulma, bobot kering gulma total, dan penutupan gulma total. Aplikasi asam asetat pra tumbuh 20% hanya mampu menghambat perkecambahan biji-biji jenis gulma semusim, namun belum mampu menghambat gulma tahunan seperti *Paspalum distichum* dan *Cyperus rotundus*. Aplikasi asam asetat pra tumbuh tidak menghambat perkecambahan jagung. Fitotoksisitas jagung termasuk keracunan ringan, sehingga tanaman jagung dapat tumbuh normal.

Sedangkan menurut Sujarman (2013) menyatakan bahwa hasil penelitian menunjukkan terjadi interaksi antara kepekatan cairan fermentasi pulp kakao dengan jenis gulma. Hasil pengamatan pada 1 HSA menunjukkan bahwa perlakuan kepekatan 0-20% tidak meracuni gulma. Gejala keracunan gulma terlihat pada perlakuan kepekatan 30% kecuali gulma *C. kyllingia*. Selanjutnya kepekatan 60-90% tidak menunjukkan perberbedaan terhadap persentase keracunan gulma *A. compressus* dengan *S. plicata*, tetapi berbeda dengan *R. brasiliensis* dan *C. kyllingia*. Respon jenis gulma berbeda terhadap kepekatan cairan fermentasi pulp kakao, *A. compressus* menunjukkan respon keracunan yang tertinggi jika dibandingkan dengan *R. brasiliensis*, *S. plicata*. dan *C. kyllingia* pada kepekatan 100%.

Persentase keracunan yang sama ditunjukkan oleh *Richardia brasiliensis* dengan *C. kyllingi* pada kepekatan cairan fermentasi pulp kakao 0-80%, tetapi berbeda dengan *A. compressus* dan *S. plicata*. Respon beberapa jenis tumbuhan yang berbeda pada satu jenis herbisida dengan dosis yang sama akan berbeda pula. Hal ini karena letak kegiatan herbisida itu pada masing-masing tumbuhan juga berbeda atau pun lama beradanya herbisida itu dalam tumbuhan yang berbeda (persistensi). Kemantapan beradanya herbisida dan letak kegiatannya dalam tubuh tumbuhan mempunyai hubungan yang erat dengan keselektifannya, penetrasi dan translokasinya untuk mencapai sasaran (Moenandir,1988). Persentase keracunan gulma mulai terlihat pada kepekatan cairan fermentasi pulp kakao 30% pada keempat jenis gulma *R. brasiliensis*, *A. compressus*, *S. plicata* dan *C. kyllingia*.

Peningkatan kepekatan cairan fermentasi pulp kakao meningkatkan persentase keracunan jenis gulma sampai pada kepekatan 100%.

Moenandir (1988) menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi herbisida yang diterima oleh gulma akan meningkatkan penekanan herbisida terhadap pertumbuhan gulma tersebut. Persentase keracunan gulma *R. brasiliensis*, *A. compressus*, *S. plicata* dan *C. kyllingia* meningkat sampai 2 HSA, sedangkan pada 1 MSA dan 2 MSA keracunan gulma terlihat menurun. Hal ini diduga mekanisme kerja bioherbisida cairan fermentasi pulp kakao bersifat kontak, yang hanya menyebabkan klorosis, gulma tidak mati dan pulih kembali

Herbisida kontak bereaksi pada bagian gulma yang terkena atau kontak langsung dengan herbisida dan tidak ditranslokasikan atau dialirkan dalam tubuh gulma. Semakin banyak organ gulma yang terkena herbisida akan semakin baik daya kerja herbisida tersebut (Sembodo, 2010).

Bagian gulma yang terkena aplikasi cairan fermentasi pulp kakao mengalami keracunan, tetapi tidak terjadi pada bagian yang tidak terkena, hal ini menyebabkan persentase keracunan semakin menurun karena bagian gulma yang tidak teracuni mengalami pemulihan. Cairan fermentasi pulp kakao mengandung asam-asam organik seperti asam malat, asam sitrat, asam asetat dan asam-asam amino serta polifenol (Atmana, 2000).

Salisbury dan Ross (1995) menyatakan bahwa senyawa polifenol dapat bersifat racun bagi tanaman sehingga mengganggu pertumbuhan tanaman. Selanjutnya menurut Devi dkk, (1997) menyatakan bahwa senyawa polifenol menghambat pertumbuhan tanaman melalui beberapa cara, antara lain dengan menghambat pembelahan dan pemanjangan sel, menghambat kerja hormon, mengubah pola kerja enzim, menghambat proses respirasi, menurunkan kemampuan fotosintesis, mengurangi pembukaan stomata, menghambat penyerapan air dan hara serta menurunkan permeabilitas membran. Polifenol merupakan senyawa kimia yang banyak dimanfaatkan sebagai insektisida, herbisida dan fungisida. Sebagai herbisida, fenol sangat tinggi toksisitasnya, bersifat non selektif dan bekerja secara efektif merupakan herbisida organik dan sebagian besar bersifat kontak (Oudejans, 1991).

Hasil penelitian yang sama juga ditunjukkan pada penelitian Sujarman (2013) yang mana menunjukkan bahwa kepekatan cairan fermentasi pulp kakao 100% mampu menekan bobot kering gulma total pada 2 MSA. Selanjutnya kepekatan cairan fermentasi pulp kakao 0-90% mempunyai daya tekan terhadap bobot kering gulma total yang sama). Bobot kering antar jenis gulma berbeda untuk setiap jenis gulma, bobot kering gulma *R. brasiliensis* berbeda dengan *A. compressus*, *S. plicata*, dan *C. kyllingia* pada pengamatan 2 MSA. *C. kyllingia* menunjukkan bobot kering terendah dibanding dengan *R. brasiliensis*, *A. compressus*, dan *S. plicata*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Fermentasi pulp kakao memberikan pengaruh terhadap keracunan gulma.
2. Fermentasi yang efektif pada F3, yaitu fermentasi selama 3 minggu
3. Terdapat 4 jenis gulma yang tingkat keracunan lebih tinggi dibandingkan dengan fermentasi 1, 2 , dan 4 minggu.
4. Dari kelima jenis gulma, bioherbisida pulp kakao sangat efektif tingkat keracunannya pada jenis gulma *Ageratum conyzoides*

B. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lama sehingga mengetahui sampai berapa lama gulma tersebut hidup kembali

DAFTAR PUSTAKA

- Atmana, S.A., 2000. Proses Enzimatis pada Fermentasi untuk Perbaikan Mutu Kakao. BPP Teknologi.
<http://www.iptek/terapan/cocoa.co.id.html>. [17 November 2011].
- Away, Y. 1985. Evaluasi Pengaruh Beberapa Marga Mikroorganisme pada Fermentasi Biji Kakao Terhadap Mutu Cita rasa Indeks Fermentasi. Tesis. ITB. Bandung.
- Chinery, D. 2002. Using Acetic Acid (Vinegar) As A Broad-Spectrum Herbicide. Cooperatif Extension Educator, Cornell Cooperative Extension of Rensselaer Country, 61 state street, try NY.
- Cruz, D. 2002. Vinegar: An effective Herbicide For Organic Farming. <http://www.pinoybisnes.com/agri-business/vinegar-an-effective-herbicide-for-organic-farming/>.
- Deptan. 2010. Pemanfaatan Pulpa Kakao. <http://epetani.deptan.go.id/blog/pemanfaatan-pulpakakao-1605> html. [17 November 2011].
- Devi, S.R., Pellisier and Prasad. 1997. Allelochemical. In: M.N.V.Prasad (Eds).1997. Plant Ecophysiology. John Willey and Sons, Inc. Toronto, Canada. 253-303.
- Djojosumarto, Panut. 2008. Panduan lengkap pestisida dan aplikasi. PT Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Effendi, M.S. 2002. Kinetika fermentasi asam asetat (*vinegar*) oleh bakteri *Acetobacter aceti* B127 dari etanol hasil fermentasi limbah cair pulp kakao. Jurnal Tekno dan Industri Pangan Vol 13 (2) : 125 – 135.
- Evans, G.J., R.R. Bellinder, and M.C. Goffinet. 2009. Herbicidal Effects of Vinegar and a Clove Oil Product on Redroot Pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). Weed Technology. 23 (2): 292-299.
- Fardiaz, Srikandi. 1992. Mikrobiologi pangan 1. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

- Genowati, I dan U. Suwahyono. 2008. Prospek Bioherbisida sebagai Alternatif Penggunaan Herbisida Kimiawi. Direktorat, TAB, BPP Teknologi. Jakarta.
- Hartoto, L. 1991. Petunjuk Laboratorium Teknologi Fermentasi. IPB : Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Bogor.
- Jhonny, Martin. 2006. Dasar-dasar Mata Kuliah Gulma. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas UNDAYA.
- Komisi Pestisida. 2000. Pestisida Untuk Pertanian dan Kehutanan. Departemen Pertanian. Koperasi Daya Guna. Jakarta.
- LPP. 2000. Buku Pintar Mandor Seri Budidaya Tanaman Kelapa Sawit. Yogyakarta.
- Lubis, A.U. 2008. Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis Jacq.*) di Indonesia. Edisi Revisi 2. Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan.
- Moenandir, J. 1988. Fisiologi Herbisida (Ilmu Gulma Buku II). Rajawali Press. Jakarta. 143 hlm.
- Moenandir, Jody. 1993. Pengantar Ilmu dan Pengendalian Gulma. Buku 1. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Nasution, M.Z., W. Tjiptadi, B.S. Laksmi. 1985. Pengolahan Cokelat. Bogor. Agroindustri Press. 161 hlm.
- Nasution, U. 1986. Gulma dan Pengendaliannya di Perkebunan Karet Sumatera Utara dan Aceh. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan Tanjung Morawa (P4TM), Tanjung Morawa.
- Oudejans, JH. 1991. Agro Pesticides: Properties and Function in Integrated Crop Protection. United Nations Bangkok. 329 hlm.
- Owen, M.D.K. 2002. Acetic acid (vinegar) for weed control revisited. Journal Organic weed management workshop. 488 (11): 91.
- Pairunan, V.I. 2009. Karakteristik Fermentasi Pulp Kakao dalam

- Pratama , Aris Faisal, Herry Susanto & Dad R. J. Sembodo. 2013. Respon Delapan Jenis Gulma Indikator Terhadap Pemberian Cairan Fermentasi Pulp Kakao. *J. Agrotek Tropika*. ISSN 2337-4993 Vol. 1, No. 1: 80 – 85, Januari 2013 Produksi Asam Asetat Menggunakan Bioreaktor. *Tesis*. Intitut Pertanian Bogor. 88 hlm.
- Pujisiswanto, H. 2011. Karakteristik Asam Cuka sebagai Bioherbisida untuk Pengendalian Gulma. Laporan Penelitian Hibah DIPA. Lembaga Penelitian Universitas Lampung.
- _____. 2011. Uji Daya Racun Cuka (Asam Asetat) pada Awal Pertumbuhan Gulma. *Jurnal Pertanian dan Lingkungan*. *Enviagro*. 4 (2): 1-6.
- _____. 2012. Kajian Daya Racun Cuka (Asam Asetat) Terhadap Pertumbuhan Gulma Pada Persiapan Lahan. *Agrin*. 16 (1).
- _____. 2015. Mekanisme dan Efektivitas Asam Asetat Sebagai Herbisida Terhadap Gulma Pada Jagung (*Zea mays L.*). Disertasi S3 Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Pujisiswanto, Hidayat, Prpto Yudono, Endang Sulistyaningsih dan Bambang H. Sunarminto. 2014. Pengaruh Asam Asetat Sebagai Herbisida Pra Tumbuh Terhadap Pertumbuhan Gulma Dan Perkecambahan Jagung. Prosiding Seminar Nasional Agroinovasi Spesifik Lokasi Untuk Ketahanan Pangan Pada Era Masyarakat Ekonomi ASEAN
- Purawisastra S, Gumbira-Sa'id E, Doelle HW. 1994. Peningkatan Etanol Hasil Fermentasi *Zymomonas Mobalis* dengan Enzim Invetase. *J.Mikrobiol Inones*. Vol 2:31 – 35.
- Salisbury, F.B. dan C.W. Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan. Terjemahan Lukman dan Sunaryono. ITB, Bandung. 338 hlm.
- Sastroutomo.S.S. 1990. Ekologi Gulma. PT gramedia Putaka Utama. Jakarta.
- Sembodo, D. R. J. 2010. Gulma Dan Pengelolaannya. Graha Ilmu Yogyakarta.
- Sujarman, Hermanus Suprpto & Dad R.J. Sembodo. 2013. Respons Pertumbuhan Gulma Terhadap Kepekatan Cairan Fermentasi Pulp Kakao Sebagai Bioherbisida Pascatumbuh. *J. Agrotek Tropika*. ISSN 2337-4993 Vol. 1, No. 3: 277 – 282.

- Sukman, Yernelis dan Yakup. 2002. Gulma dan Teknik Pengendaliannya. PT. Rajagrafindo Persada. Jakarta.
- Sunarto, H. 1992. Cokelat Budidaya, Pengolahan Hasil, dan Aspek Ekonominya. Kanisius. Yogyakarta.
- Suryani, w. 1991. Studi Efektifitas Beberapa Perlakuan Herbisida Dengan DuaAlat Semprot Untuk Pengendalian Gulma Utama Di Jalur Tanaman KaretMenghasilkan. Jurusan Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor
- Wibowo, Ari dan M. Nazif. 2007. Efektivitas Herbisida Monoamonium Glifosat Untuk Pengendalian Gulma Di Bawah Tegakan Sengon Di Parung Panjang, Jawa Barat. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman Vol.4 No.1, Mei 2007, 001 – 067
- Widyotomo, S. 2008. Teknologi fermentasi dan diversifikasi pulp kakao menjadi produk yang bermutu dan bernilai tambah. Review Penelitian Kopi dan Kakao. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Jember. 24(1): 65-82.

Lampiran 1

Gulma Ageratum conyzoides

Hari ke-1

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	5.15	1.29	14.79	**	2.76	4.18
Galat	25	2.18	0.09				
Total	29	7.33					

Hari ke-2

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	7.26	1.82	23.72	**	2.76	4.18
Galat	25	1.91	0.08				
Total	29	9.17					

Hari ke-3

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	10.97	2.74	9.27	**	2.76	4.18
Galat	25	7.40	0.30				
Total	29	18.37					

Hari ke-4

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	22.37	5.59	19.13	**	2.76	4.18
Galat	25	7.31	0.29				
Total	29	29.67					

Hari ke-5
ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan							
n	4	27.61	6.90	26.25	**	2.76	4.18
Galat	25	6.57	0.26				
Total	29	34.18					

Hari ke-6
ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	33.07	8.27	54.84	**	2.76	4.18
Galat	25	3.77	0.15				
Total	29	36.83					

Hari ke-7
ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	35.06	8.77	160.15	**	2.76	4.18
Galat	25	1.37	0.05				
Total	29	36.43					

Hari ke-8
ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	36.18	9.04	214.67	**	2.76	4.18
Galat	25	1.05	0.04				
Total	29	37.23					

Hari ke-9
ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	37.00	9.25	340.94	**	2.76	4.18
Galat	25	0.68	0.03				
Total	29	37.68					

Hari ke-10

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	38.26	9.57	326.09	**	2.76	4.18
Galat	25	0.73	0.03				
Total	29	38.99					

Hari ke-11

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	39.02	9.76	604.70	**	2.76	4.18
Galat	25	0.40	0.02				
Total	29	39.43					

Hari ke-12

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	39.45	9.86	286.73	**	2.76	4.18
Galat	25	0.86	0.03				
Total	29	40.31					

Hari ke-13

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	39.87	9.97	316.06	**	2.76	4.18
Galat	25	0.79	0.03				
Total	29	40.65					

Hari ke-14

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	40.28	10.07	567.90	**	2.76	4.18
Galat	25	0.44	0.02				
Total	29	40.73					

Lampiran 2

Gulma Axonopus compressus

Hari ke-1

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	0,42	0,11	2,91	tn	2,76	4,18
Galat	25	0,91	0,04				
Total	29	1,33					

Hari ke-2

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	2,78	0,69	8,05	**	2,76	4,18
Galat	25	2,16	0,09				
Total	29	4,93					

Hari ke-3

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	0,93	0,23	16,02	**	2,76	4,18
Galat	25	0,36	0,01				
Total	29	1,29					

Hari ke-4

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	1,40	0,35	30,13	**	2,76	4,18
Galat	25	0,29	0,01				
Total	29	1,69					

Hari ke-5

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	1,36	0,34	28,69	**	2,76	4,18
Galat	25	0,30	0,01				
Total	29	1,66					

Hari ke-6

ANALISIS SIDIK RAGAM

	SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan		4	1,92	0,48	32,59	**	2,76	4,18
Galat		25	0,37	0,01				
Total		29	2,29					

Hari ke-7

ANALISIS SIDIK RAGAM

	SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan		4	3,19	0,80	29,27	**	2,76	4,18
Galat		25	0,68	0,03				
Total		29	3,87					

Hari ke-8

ANALISIS SIDIK RAGAM

	SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan		4	3,38	0,84	74,46	**	2,76	4,18
Galat		25	0,28	0,01				
Total		29	3,66					

Hari ke-9

ANALISIS SIDIK RAGAM

	SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan		4	1,33	0,33	55,36	**	2,76	4,18
Galat		25	0,15	0,01				
Total		29	1,48					

Hari ke-10

ANALISIS SIDIK RAGAM

	SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan		4	1,26	0,32	36,95	**	2,76	4,18
Galat		25	0,21	0,01				
Total		29	1,47					

Hari ke-11

ANALISIS SIDIK RAGAM

	SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan		4	1,04	0,26	25,95	**	2,76	4,18
Galat		25	0,25	0,01				
Total		29	1,29					

Hari ke-12

ANALISIS SIDIK RAGAM

	SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan		4	1,22	0,30	46,51	**	2,76	4,18
Galat		25	0,16	0,01				
Total		29	1,38					

Hari ke-13

ANALISIS SIDIK RAGAM

	SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan		4	1,51	0,38	65,03	**	2,76	4,18
Galat		25	0,15	0,01				
Total		29	1,65					

Hari ke-14

ANALISIS SIDIK RAGAM

	SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan		4	1,47	0,37	5,16	**	2,76	4,18
Galat		25	1,78	0,07				
Total		29	3,25					

Lampiran 3

Gulma Boreria latifolia

Hari ke 1

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	6.77	1.69	4.01	tn	2.76	4.18
Galat	25	10.56	0.42				
Total	29	17.33					

Hari ke 2

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	9.68	2.42	60.98	**	2.76	4.18
Galat	25	0.99	0.04				
Total	29	10.67					

Hari ke 3

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	12.73	3.18	454.71	**	2.76	4.18
Galat	25	0.18	0.01				
Total	29	12.91					

Hari ke 4

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	15.06	3.77	38.14	**	2.76	4.18
Galat	25	2.47	0.10				
Total	29	17.53					

Hari ke 5

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	15.99	4.00	123.37	**	2.76	4.18
Galat	25	0.81	0.03				
Total	29	16.80					

Hari ke 6

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	16.77	4.19	181.77	**	2.76	4.18
Galat	25	0.58	0.02				
Total	29	17.35					

Hari ke 7

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	18.41	4.60	96.95	**	2.76	4.18
Galat	25	1.19	0.05				
Total	29	19.59					

Hari ke 8

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	19.88	4.97	154.99	**	2.76	4.18
Galat	25	0.80	0.03				
Total	29	20.68					

Hari ke 9

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	20.76	5.19	104.75	**	2.76	4.18
Galat	25	1.24	0.05				
Total	29	21.99					

Hari ke 10

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	14.90	3.72	43.92	**	2.76	4.18
Galat	25	2.12	0.08				
Total	29	17.02					

Hari ke 11

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	14.01	3.50	46.33	**	2.76	4.18
Galat	25	1.89	0.08				
Total	29	15.90					

Hari ke 12

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	11.67	2.92	71.16	**	2.76	4.18
Galat	25	1.03	0.04				
Total	29	12.70					

Hari ke 13

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	6.04	1.51	383.60	**	2.76	4.18
Galat	25	0.10	0.00				
Total	29	6.13					

Hari ke 14

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	3.33	0.83	19.41	**	2.76	4.18
Galat	25	1.07	0.04				
Total	29	4.41					

Lampiran 4

Gulma Cyperus kylingia

Hari ke 1

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	0.00	0.00	1.00	tn	2.76	4.18
Galat	25	0.01	0.00				
Total	29	0.01					

Hari ke 2

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	0.16	0.04	3.25	tn	2.76	4.18
Galat	25	0.31	0.01				
Total	29	0.47					

Hari ke 3

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	1.02	0.26	5.12	**	2.76	4.18
Galat	25	1.25	0.05				
Total	29	2.27					

Hari ke 4

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	5.28	1.32	111.19	**	2.76	4.18
Galat	25	0.30	0.01				
Total	29	5.57					

Hari ke 5

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	6.06	1.51	113.03	**	2.76	4.18
Galat	25	0.34	0.01				
Total	29	6.39					

Hari ke 6

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	6.75	1.69	506.35	**	2.76	4.18
Galat	25	0.08	0.00				
Total	29	6.83					

Hari ke 7

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	6.91	1.73	242.22	**	2.76	4.18
Galat	25	0.18	0.01				
Total	29	7.09					

Hari ke 8

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	6.55	1.64	119.26	**	2.76	4.18
Galat	25	0.34	0.01				
Total	29	6.89					

Hari ke 9

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	3.20	0.80	64.89	**	2.76	4.18
Galat	25	0.31	0.01				
Total	29	3.51					

Hari ke 10

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	3.07	0.77	320.00	**	2.76	4.18
Galat	25	0.06	0.00				
Total	29	3.13					

Hari ke 11

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	1.37	0.34	256.00	**	2.76	4.18
Galat	25	0.03	0.00				
Total	29	1.40					

Hari ke 12

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	1.05	0.26	78.40	**	2.76	4.18
Galat	25	0.08	0.00				
Total	29	1.13					

Hari ke 13

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	0.47	0.12	51.84	**	2.76	4.18
Galat	25	0.06	0.00				
Total	29	0.53					

Hari ke 14

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	0.19	0.05	120.00	**	2.76	4.18
Galat	25	0.01	0.00				
Total	29	0.20					

Lampiran 5

Gulma Paspalum conjugatum

Hari ke 1

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	5.54	1.39	16.39	**	2.76	4.18
Galat	25	2.11	0.08				
Total	29	7.65					

Hari ke 2

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	5.14	1.29	66.03	**	2.76	4.18
Galat	25	0.49	0.02				
Total	29	5.63					

Hari ke 3

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	5.95	1.49	113.88	**	2.76	4.18
Galat	25	0.33	0.01				
Total	29	6.28					

Hari ke 4

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	5.53	1.38	40.81	**	2.76	4.18
Galat	25	0.85	0.03				
Total	29	6.37					

Hari ke 5

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	5.94	1.48	56.24	**	2.76	4.18
Galat	25	0.66	0.03				
Total	29	6.60					

Hari ke 6
ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	3.37	0.84	19.60	**	2.76	4.18
Galat	25	1.07	0.04				
Total	29	4.44					

Hari ke 7
ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	5.54	1.39	28.08	**	2.76	4.18
Galat	25	1.23	0.05				
Total	29	6.77					

Hari ke 8
ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	0.31	0.08	3.69	tn	2.76	4.18
Galat	25	0.52	0.02				
Total	29	0.83					

Hari ke 9
ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	0.25	0.06	3.32	tn	2.76	4.18
Galat	25	0.47	0.02				
Total	29	0.71					

Hari ke 10
ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	0.30	0.07	3.46	tn	2.76	4.18
Galat	25	0.54	0.02				
Total	29	0.84					

Hari ke 11

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	0.02	0.01	2.50	tn	2.76	4.18
Galat	25	0.05	0.00				
Total	29	0.07					

Hari ke 12

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	0.09	0.02	4.00	tn	2.76	4.18
Galat	25	0.13	0.01				
Total	29	0.22					

Hari ke 13

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	0.09	0.02	4.00	tn	2.76	4.18
Galat	25	0.13	0.01				
Total	29	0.22					

Hari ke 14

ANALISIS SIDIK RAGAM

SK	DB	JK	KT	FH		F0,05	F0,01
Perlakuan	4	0.26	0.07	3.18	tn	2.76	4.18
Galat	25	0.51	0.02				
Total	29	0.77					