

## RESPONS GULMA TERHADAP LAMA FERMENTASI CAIRAN PULP KAKAO SEBAGAI BIOHERBISIDA

Dwi Apri Kusnendar, Dad R.J. Sembodo & Herry Susanto

Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Lampung  
Jl. Prof. Soemantri Brodjonegoro, No.1, Bandar Lampung 35145  
Email: 24kusnendar@gmail.com

### ABSTRAK

Cairan fermentasi pulp kakao merupakan limbah yang belum banyak dimanfaatkan. Kandungan asam organik yang terdapat pada cairan fermentasi membuat limbah tersebut berpotensi sebagai bioherbisida pascatumbuh. Berdasarkan hasil uji awal limbah ini dapat meracuni dengan munculnya klorosis pada gulma. Penelitian bertujuan untuk mengetahui: (1) pengaruh lama fermentasi cairan buah kakao terhadap tingkat keracunan pada gulma; (2) pengaruh beberapa jenis gulma terhadap tingkat keracunan; dan (3) pengaruh interaksi antara lama fermentasi dan jenis gulma terhadap tingkat keracunan gulma. Aplikasi pulp kakao dilakukan secara pascatumbuh, perlakuan disusun secara faktorial ( $10 \times 7$ ). Faktor pertama adalah lama fermentasi pulp kakao (F) yaitu 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 minggu dan kontrol (tanpa diaplikasi) sebagai pembanding. Faktor kedua adalah 7 jenis gulma (G) yaitu *Mimosa invisa*; *Borreria latifolia*; *Richardia brasiliensis*; *Asystasia gangetica*; *Setaria plicata*; *Axonopus compressus*; *Cyperus kyllingia*. Percobaan dilakukan dengan Rancangan Petak Berjalur (*Strip Plot Design*). Data dianalisis ragam dan dilanjutkan dengan uji BNT pada  $\alpha 0,05$ . Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) Cairan pulp kakao yang difermentasi selama 4 sampai 5 minggu dapat meracuni gulma paling tinggi. (2) Cairan fermentasi pulp kakao yang diaplikasikan secara langsung ke gulma sangat efektif dalam meracuni gulma *M. pudica*, *B. latifolia*, *R. brasiliensis*, *A. gangetica*, dan *A. compressus*, sedangkan *Setaria plicata* dan *Cyperus kyllingia* tahan terhadap aplikasi cairan pulp kakao yang di fermentasi; (3) Ada pengaruh interaksi antara lama fermentasi dan jenis gulma dalam mempengaruhi persentase keracunan.

Kata kunci: bioherbisida, fermentasi, gulma, pulp kakao

### PENDAHULUAN

Gulma adalah setiap tumbuhan yang tumbuh pada tempat yang tidak diinginkan sehingga manusia berusaha untuk mengendalikannya. Gulma dapat merugikan pertumbuhan dan hasil tanaman karena bersaing memperebutkan unsur hara, air, cahaya dan sarana tumbuh lainnya (Sebayang, 2008). Pengendalian gulma dengan cara kimiawi banyak diminati terutama untuk lahan pertanian yang cukup luas karena lebih efisien waktu, biaya, dan tenaga kerja. Namun disisi lain penggunaan herbisida kimiawi secara terus menerus memberikan dampak negatif terhadap lingkungan, operator, dan organisme nontarget lainnya. Semakin meningkatnya kesadaran masyarakat tentang 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 yang ramah lingkungan adalah menggunakan bioherbisida. Bioherbisida adalah suatu jenis herbisida yang bahan aktifnya berasal dari makhluk hidup. Dalam hal ini penulis mencoba memanfaatkan limbah kakao yang dapat dimanfaatkan sebagai bioherbisida.

Pada proses pasca panen kakao dilakukan kegiatan fermentasi, cara tersebut berfungsi untuk meningkatkan cita rasa khas kakao, pengurangan rasa pahit dan sepat, serta perbaikan kenampakan fisik kakao (Susanto, 1994). Pada proses tersebut menghasilkan limbah berupa cairan putih yang dikeluarkan dari hasil fermentasi. Cairan tersebut adalah pulp biji kakao yang telah terdegradasi karena proses fermentasi. Terjadinya perubahan senyawa selama proses fermentasi tidak lepas dari aktivitas enzimatik mikroorganisme, yang berperan untuk memecah gula menjadi alkohol dan selanjutnya terjadi pemecahan alkohol menjadi asam asetat. Pada awal fermentasi, mikroorganisme yang aktif adalah khamir (*yeast*) yang memecah sukrosa, glukosa, dan fruktosa menjadi etanol. Bersamaan dengan hal itu, terjadi pula pemecahan pektin dan metabolisme asam organik. Aktivitas selanjutnya dilakukan beberapa genera bakteri asam laktat dan asam asetat yang memecah etanol menjadi asam laktat. Selain itu juga dihasilkan asam asetat dan asam organik lain seperti asam sitrat dan malat (Atmana, 2000).

Fenol merupakan senyawa alkohol alifatik yang ditemukan disetiap proses fermentasi. Fenol berikut susunannya 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). Kandungan senyawa fenol dan asam-asam organik pada hasil fermentasi pulp kakao berpotensi sebagai bioherbisida dalam meracuni gulma. Lama fermentasi dari pulp kakao menjadi kunci yang mempengaruhi tingkat keracunan terhadap gulma. Karena diperlukan waktu yang tepat untuk cairan pulp kakao yang terfermentasi memiliki kadar fenol dan asam-asam organik tinggi.

Permasalahan yang sering terjadi pada kegiatan fermentasi biji kakao yaitu limbah. Maka melalui kasus ini dilakukannya penelitian dengan harapan dapat mengurangi limbah pulp kakao dengan menghasilkan produk bahan alami yang tentunya sangat bermanfaat sebagai herbisida yang ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi cairan buah kakao terhadap tingkat keracunan pada beberapa gulma serta mengetahui interaksi antara lama fermentasi dan tingkat keracunan beberapa jenis gulma.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan dari Desember 2011 - Juli 2012. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cairan fermentasi pulp kakao, air, tanah, gulma daun lebar (*Mimosa invisa*, *Borreria latifolia*, *Richardia brasiliensis*, dan *Asystasia gangetica*), gulma rumput (*Setaria plicata* dan *Axonopus compressus*), dan gulma teki (*Cyperus kyllingia*). Sedangkan alat yang digunakan adalah pot, jerigen, knapsack sprayer, nozzle biru, meteran, cangkul, tali rafia, cutter, ember, gelas ukur, tanah, timbangan, oven, alat tulis, dan penggaris.

Aplikasi pulp kakao dilakukan secara pascatumbuh, perlakuan disusun secara faktorial (10 x 7). Faktor pertama adalah lama fermentasi pulp kakao (F) yaitu 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 Minggu dan kontrol (tanpa diaplikasi) sebagai pembanding. Faktor kedua adalah 7 jenis gulma (G) yaitu *M. invisa*; *B. latifolia*; *R. brasiliensis*; *A. gangetica*; *S. plicata*; *A. compressus*; *C. kyllingia*. Homogenitas ragam antar perlakuan diuji menggunakan uji Bartlett dan kemenambahan diuji dengan uji Tukey. Pemisahan nilai tengah dilakukan dengan uji BNT pada taraf nyata 5%.

Pengambilan cairan kakao dilakukan setiap minggu selama 8 minggu di PT. Peluit Makmur Lestari (PML) untuk difermentasi. Gulma ditanam di pot sebanyak 210 pot. Gulma dibedakan berdasarkan

ukurannya menjadi 3 kelompok yaitu kecil, sedang, dan besar. Masing-masing kelompok gulma digunakan untuk ulangan. Ukuran kecil untuk ulangan 1, ukuran sedang untuk ulangan 2, dan ukuran tinggi untuk ulangan 3.

Pemeliharaan gulma pada percobaan pasca tumbuh meliputi penyiraman, penyulaman dan perawatan. Penyiraman dilakukan setiap sore hari, penyulaman dilakukan ketika gulma mati saat pemindahan dari lapang ke pot. Pot-pot yang berisi gulma diletakkan di rumah plastik untuk mencegah guyuran hujan.

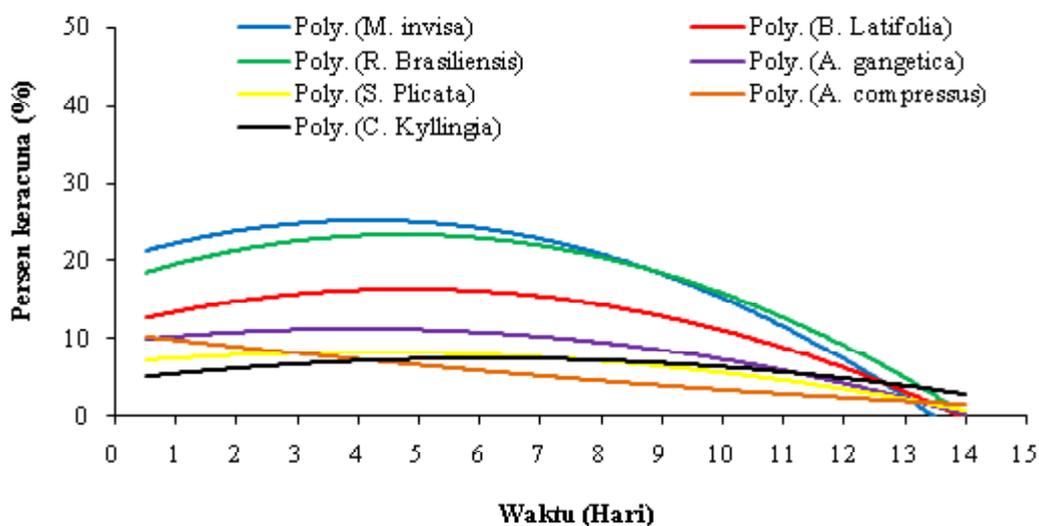
Pengamatan dan pengumpulan data dilakukan tiap hari setelah aplikasi cairan pulp kakao selama 14 hari. Peubah-peubah yang diamati adalah persentase keracunan gulma dan bobot kering gulma per spesies.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Cairan pulp kakao yang difermentasi dapat meracuni gulma, dengan tanda keracunan berupa kerusakan pada bagian daun dan bunga. Keracunan gulma terlihat setelah tujuh jam dari aplikasi dan mengalami puncak keracunan tertinggi pada 2-5 hari setelah aplikasi (HSA) (Gambar 1).

Namun pada 6-14 HSA mengalami penurunan persentase keracunan secara perlahan yang ditandai dengan memulihnya bagian-bagian daun yang rusak dan muncul tunas baru. Hal ini menunjukkan bahwa cairan fermentasi pulp kakao bersifat kontak dalam meracuni gulma. Gulma mengalami keracunan disebabkan oleh pengaruh senyawa fenol dan asam-asam organik tinggi pada cairan fermentasi pulp. Gejala keracunan yang dialami oleh gulma yang diaplikasi cairan fermentasi pulp kakao sama dengan jenis herbisida kontak berbahan aktif paraquat yaitu permukaan daun seperti terbakar. Selain itu cairan fermentasi pulp kakao yang bersifat asam ditemukan juga pada beberapa formula herbisida berbasis asam asetat (AC = asam asetat+asam sitrat; AG = asam asetat+NaCl; ACG = asam asetat+asam sitrat+NaCl; VACG = vinegar+asam asetat+asam sitrat+NaCl) yang efektif terhadap gulma berdaun lebar pada pertanaman jagung. Namun, formula berbasis asam asetat tersebut tidak efektif terhadap gulma jenis rumput-rumputan dan konsentrasi efektifnya masih tinggi (15-20%) (Supriadi, 2011).

Untuk golongan gulma daun lebar seperti *M. invisa* dan *B. latifolia* memiliki rata-rata persen keracunan yang tinggi (Gambar 1). Hal tersebut dapat dilihat dari morfologi jenis gulma tersebut yaitu memiliki daun yang tipis dan tidak ada lapisan lilin atau rambut yang melindungi permukaan daun. Sedangkan *R. brasiliensis* memiliki rambut tipis yang melindungi



Gambar 1. Perkembangan persen keracunan gulma akibat pengaplikasian pulp kakao sebagai bioherbisida.

permukaan daun namun tidak memiliki lapisan lilin sehingga memiliki persen keracunan yang tinggi.

Berbeda dengan gulma *A. gangetica* yang memiliki persen keracunan yang rendah dibanding dengan golongan gulma daun lebar lainnya. *A. gangetica* memiliki daun yang tebal sehingga tahan terhadap cairan fermentasi. Untuk golongan rumput dan teki merupakan jenis gulma yang lebih tahan terhadap aplikasi cairan fermentasi pulp kakao ini.

Gulma golongan rumput seperti *S. plicata* memiliki persen keracunan yang rendah pada setiap perlakuan fermentasi cairan pulp kakao. Hal tersebut dikarenakan gulma ini memiliki rambut dan lapisan lilin pada permukaan daun sehingga mencegah cairan pulp kakao berkontak langsung dengan lapisan daun terluar. Cairan fermentasi pulp kakao yang tertahan pada rambut daunnya akan mengkristal dan berubah menjadi warna cokelat.

Berbeda dengan *A. compressus* yang sangat merespon terhadap pemberian cairan fermentasi pulp kakao. Hal ini terjadi karena jenis gulma ini memiliki daun yang tipis, selain itu memiliki rambut daun yang jarang dan tidak adanya lapisan lilin sehingga memungkinkan cairan fermentasi melakukan kontak langsung. Namun selama 14 hari gulma ini menunjukkan tanda pemulihan lebih cepat daripada gulma lainnya.

Gulma golongan teki yaitu *C. kyllingia* merupakan jenis gulma yang tahan terhadap pemberian cairan fermentasi pulp kakao. Sedikit sekali pada bagian daun *C. kyllingia* terjadi kerusakan, namun pada bagian bunga terjadi kerusakan. Hal ini disebabkan karena gulma ini memiliki lapisan lilin di permukaan daun dan memiliki daun yang tebal, berbeda dengan bunganya yang tidak

terlindungi apapun. Bunga yang teracuni akan menjadi kering dan rontok.

Ada interaksi antara lama fermentasi pulp kakao dan jenis gulma pada 7 jam sampai dengan 10 hari setelah aplikasi. Interaksi lama fermentasi dan jenis gulma mempengaruhi persentase keracunan. Interaksi keduanya pada perlakuan fermentasi 5 minggu menyebabkan gulma *M. invisus* dan *R. brasiliensis* memiliki persen keracunan yang tinggi dibanding dengan perlakuan lama fermentasi dan gulma lainnya (Tabel 1).

Pada 14 hari setelah aplikasi sudah tidak ada interaksi antara lama fermentasi dan jenis gulma hal tersebut menandakan bahwa semua jenis gulma mengalami pemulihan. Tingkat keracunan *B. latifolia*, *R. brasiliensis*, *A. gangetica*, dan *C. kyllingia* sama. Sedangkan *M. invisus* memiliki persen keracunan yang sama dengan gulma *S. plicata* dan *A. compressus* (Tabel 2).

Pada cairan tanpa fermentasi hingga 3 minggu fermentasi memberikan persen keracunan yang sama. Begitu juga waktu fermentasi 4-8 minggu memberikan persen keracunan yang tidak berbeda (Tabel 2). Setiap lama fermentasi mempengaruhi respon yang berbeda pada setiap jenis gulma. Peningkatan waktu fermentasi sampai 5 minggu dapat meningkatkan persentase keracunan pada semua jenis gulma. Waktu fermentasi 4-5 minggu merupakan waktu yang optimum dengan tanggapan persentase keracunan paling tinggi dan setelah itu peningkatan waktu fermentasi di atas 5 minggu menurunkan tanggapan persentase keracunan pada semua jenis gulma. Pada fermentasi 5 minggu *M. invisus* dan *R. brasiliensis* menunjukkan keracunan tertinggi (Gambar 2). Lama fermentasi 4-5 minggu

Tabel 1. Interaksi pengaruh lama fermentasi kakao dan jenis gulma pada 2 hari setelah aplikasi pada persen keracunan

Lama fermentasi (minggu)	Jenis gulma (data asli)						
	<i>M. invisa</i>	<i>B. latifolia</i>	<i>R. brasiliensis</i>	<i>A. gangetica</i>	<i>S. plicarta</i>	<i>A. compressus</i>	<i>C. kylingia</i>
0	7,67	4,33	7,67	3,67	5,33	4,00	0,00
1	8,67	12,67	11,67	9,33	10,33	7,00	4,67
2	32,33	21,67	11,67	14,67	14,33	7,33	5,33
3	20,67	9,33	15,00	10,00	11,67	9,33	7,00
4	60,00	20,00	28,33	26,33	9,33	9,33	6,33
5	53,33	23,00	53,33	13,33	11,00	12,33	7,00
6	33,33	38,33	50,00	20,67	12,33	13,33	28,00
7	21,68	33,33	33,33	14,33	8,67	5,33	7,00
8	25,00	19,67	35,00	14,33	14,00	8,00	6,33
Kontrol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Lama fermentasi (minggu)	Jenis gulma (data tranformasi $\sqrt[3]{V(x+0,5)}$ )						
	<i>M. invisa</i>	<i>B. latifolia</i>	<i>R. brasiliensis</i>	<i>A. gangetica</i>	<i>S. plicarta</i>	<i>A. compressus</i>	<i>C. kylingia</i>
0	1,28 b	1,21b	1,30 b	1,19 b	1,23 b	0,92 a	1,19 b
1	b	b	b	b	b	a	b
1	1,29 b	1,37 bcd	1,36 bc	1,32 bc	1,34 b	1,22 b	1,27 bc
2	ab	b	b	ab	ab	a	ab
2	1,53 cde	1,47 cd	1,37 bcd	1,40 c	1,39 b	1,25 bc	1,29 bc
3	d	cd	abc	bcd	bc	a	ab
3	1,44 bc	1,33 bc	1,40 bcd	1,33 bc	1,35 b	1,29 bc	1,32 bc
4	b	ab	ab	ab	ab	a	ab
4	1,67 e	1,45 cd	1,48 bcde	1,47 c	1,33 b	1,27 bc	1,32 bc
5	d	bc	c	c	ab	a	ab
5	1,64 de	1,46 cd	1,64 e	1,39 c	1,35 b	1,29 bc	1,37 bc
6	c	b	c	ab	ab	a	ab
6	1,54 cde	1,55 d	1,63 e	1,43 c	1,37 b	1,43 c	1,39 c
7	bc	bc	c	ab	a	ab	a
7	1,46 bcd	1,53 d	1,54 cde	1,39 c	1,32 b	1,28 bc	1,24 bc
8	cd	d	d	bc	ab	ab	a
8	1,48 cd	1,41 cd	1,55 de	1,39 c	1,37 b	1,27 bc	1,29 bc
Kontrol	cd	bc	d	abc	abc	a	ab
	0,92 a	0,92 a	0,92 a	0,92 a	0,92 a	0,92 a	0,92 a
	a	a	a	a	a	a	a

BNT jenis gulma (1,18) dan lama fermentasi (1,13)

Keterangan: Huruf yang sama dibelakang angka dalam satu kolom atau huruf yang sama dibawah angka dalam satu baris menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada  $\alpha_{0,05}$ .

dimungkinkan waktu yang tepat cairan fermentasi mengandung senyawa fenol dan asam-asam organik dengan kadar tinggi dari waktu fermentasi sebelumnya dan mengalami penurunan kadarnya setelah waktu 5 minggu fermentasi.

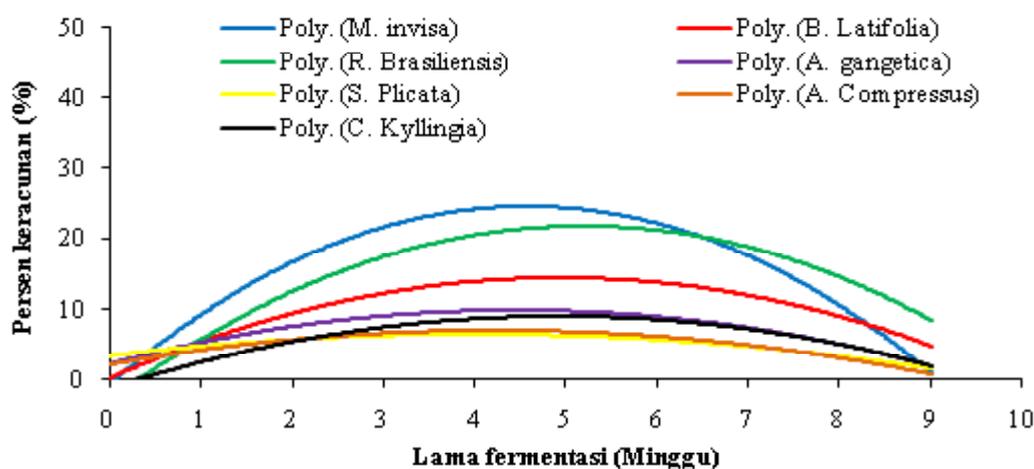
Interaksi lama fermentasi dan jenis gulma tidak mempengaruhi bobot kering gulma per spesies. Semua jenis gulma memiliki bobot kering yang sama yang diaplikasi cairan pulp kakao yang difermentasi 1 minggu sampai dengan 8 minggu (Tabel 3). Bobot kering gulma

(Gambar 3) berkolerasi positif dengan persen keracunan (Gambar 2) yang diaplikasi cairan fermentasi pulp kakao. Bobot kering gulma mengalami penurunan pada fermentasi 1-5 minggu dan bobot naik pada gulma yang diaplikasi cairan fermentasi yang berumur 6-8 minggu (Gambar 3). Jenis gulma yang memiliki persen keracunan tinggi memiliki bobot yang rendah. Penurunan bobot pada fermentasi 4-5 minggu diakibatkan pada waktu tersebut semua jenis gulma memiliki persen keracunan tertinggi dibanding waktu fermentasi lainnya.

Tabel 2. Pengaruh lama fermentasi cairan pulp kakao terhadap persen keracunan gulma pada 14 HSA

Jenis Gulma	Keracunan (%) (data transformasi $\sqrt{\sqrt{(x+0,5)}}$ )
<i>Mimosa invisa</i>	1,09 ab
<i>Borreria latifolia</i>	1,14 abc
<i>Richardia brasiliensis</i>	1,17 c
<i>Asystasia gangetica</i>	1,17 c
<i>Setaria plicata</i>	1,09 ab
<i>Axonopus compressus</i>	1,07 a
<i>Cyperus kyllingia</i>	1,16 bc
BNT 0,05	0,07
Lama Fermentasi (minggu)	Keracunan (%) (data transformasi $\sqrt{\sqrt{(x+0,5)}}$ )
0	1,12 c
1	1,11 bc
2	1,10 abc
3	1,10 abc
4	1,08 a
5	1,09 ab
6	1,08 a
7	1,09 ab
8	1,09 ab
Kontrol	1,12 c
BNT	0,02

Keterangan: Huruf yang sama dibelakang angka menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada  $\alpha_{0,05}$ .



Gambar 2. Tingkat keracunan gulma akibat pengaplikasian pulp kakao sebagai bioherbisida dikaitkan dengan lama fermentasi.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa cairan pulp kakao yang di fermentasi selama 4 sampai 5 minggu dapat meracuni gulma paling tinggi. Cairan fermentasi pulp kakao yang diaplikasikan secara langsung ke gulma sangat efektif dalam meracuni gulma

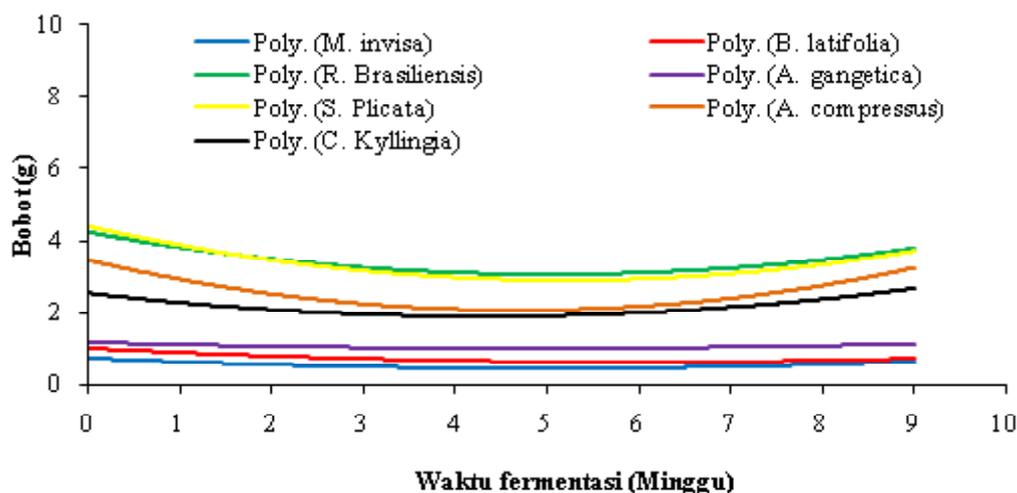
golongan daun lebar *M. pudica*, *B. latifolia*, *R. brasiliensis*, *A. gangetica*, dan *A. compressus*, sedangkan *S. plicata* dan *C. kyllingia* tahan terhadap aplikasi cairan pulp kakao yang di fermentasi. Ada interaksi antara lama fermentasi dan jenis gulma dalam mempengaruhi persentase keracunan.

Tabel 3. Interaksi pengaruh lama fermentasi kakao pada 14 hari setelah aplikasi terhadap bobot kering gulma

Lama fermentasi (minggu)	Jenis gulma (data transformasi $\sqrt{\sqrt{\sqrt{(x+0,5)}}$ )						
	<i>M. invisa</i>	<i>B. latifolia</i>	<i>R. brasiliensis</i>	<i>A. gangetica</i>	<i>S. plicarta</i>	<i>A. compressus</i>	<i>C. kylingia</i>
0	0,75 a a	1,13 a a	4,34 b c	0,96 a a	4,05 cde c	3,40 b bc	2,54 ab b
1	0,60 a a	0,98 a a	3,30 ab bc	1,00 a a	3,56 bcd c	2,84 ab bc	2,36 ab b
2	0,47 a a	0,38 a a	3,61 ab de	1,59 a bc	3,91 cde e	2,60 ab cd	2,19 ab c
3	0,73 a a	0,60 a a	3,71 ab de	1,46 a abc	3,88 cde e	2,54 ab cd	1,85 ab bc
4	0,37 a a	0,94 a a	3,47 ab d	0,63 a a	2,71 abc cd	2,20 ab bc	1,28 a ab
5	0,28 a a	0,69 a ab	2,66 a c	0,65 a ab	4,24 de d	1,82 a bc	2,86 b c
6	0,50 a a	0,74 a ab	2,61 a c	0,99 a ab	2,26 ab c	1,82 a bc	1,60 ab abc
7	0,56 a a	0,44 a a	3,80 ab c	1,41 a ab	1,95 a b	2,16 ab b	2,03 ab b
8	0,56 a a	0,62 a a	3,13 ab bc	0,68 a a	2,19 ab b	3,54 b c	2,81 b bc
Kontrol	0,61 a a	0,73 a a	3,96 ab de	1,38 a ab	5,18 e e	2,26 ab cd	2,44 ab bc

BNT 5% jenis gulma (1,51) dan lama fermentasi (1,19)

Keterangan: Huruf yang sama dibelakang angka dalam satu kolom atau huruf yang sama dibawah angka dalam satu baris menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada  $\alpha_{0,05}$ .



Gambar 3. Hubungan antara lama fermentasi dengan bobot kering gulma 14 hari setelah aplikasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

Atmana, S.A., 2000. *Proses Enzimatis pada Fermentasi untuk Perbaikan Mutu Kakao*. BPP Teknologi. www.iptek/terapan/cacao.co.id. 1 hlm.

Sebayang, H.T. 2008. *Pidato Pengukuhan: Gulma dan pengendaliannya dalam upaya peningkatan produksi tanaman*. <http://www.brawijaya.ac.id>. Diakses tanggal 24 November 2011. 5 hlm.

- Supriadi.2011. *Pengembangan Formulasi Herbisida Berbasis Asam Asetat untuk Mengendalikan Gulma pada Tanaman Kelapa Sawit*. Kementrian Pertanian (Unit Kerja).diakses melalui <http://pkpp.ristek.go.id/index.php/penelitian/detail/785> (24 Oktober 2012). 12 hlm.
- Susanto, F.X., 1994.*Tanaman Kakao Budidaya dan Pengolahan Hasil*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta. 184 hlm.
- Oudejans, JH. 1991. *Agro Pesticides: Properties and Function in Integrated Crop Protection*. United Nations Bangkok. 329 hlm.