

# Efektifitas Limbah Cair Hasil Fermentasi Kakao (*Theobroma Cacao* L) Terhadap Pengendalian Gulma Berdaun Lebar

Abdullah<sup>1\*</sup>, Baidhawi<sup>2</sup>, Khaidir<sup>2</sup>

1. Alumni Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh
2. Dosen Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh

\*abdullahpusaraja@gmail.com

## Abstrak

Limbah hasil fermentasi kakao memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan pengendali gulma (bioherbisida). Kandungan asam cuka (asam asetat) dalam limbah tersebut bersifat sebagai racun kontak. Konsentrasi aplikasi yang direkomendasikan untuk digunakan dalam pengendalian gulma berdaun lebar adalah 10 – 20%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas limbah cair hasil fermentasi kakao sebagai bioherbisida dalam mengendalikan gulma berdaun lebar. Rancangan penelitian menggunakan pola faktorial yang disusun dalam rancangan acak kelompok (RAK). Faktor pertama adalah Lama Fermentasi (F) : F<sub>1</sub> = 3 hari, F<sub>2</sub> = 4 hari, F<sub>3</sub> = 5 hari, F<sub>4</sub> = 6 hari F<sub>5</sub> = 7 hari dan faktor ke dua adalah Dosis pemberian ragi tape per kg kakao (D) : D<sub>1</sub> = Kontrol, D<sub>2</sub> = 2 g, D<sub>3</sub> = 4 g, D<sub>4</sub> = 6 g. Peubah yang diamati meliputi asam tertitrasi total, persentase keracunan gulma, bobot basah gulma dan bobot kering gulma. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi limbah cair hasil fermentasi kakao efektif dalam mengendalikan gulma *Ludwigia hyssopifolia* (G. Don) exell, namun tidak efektif terhadap pengendalian gulma *Ageratum conyzoides* dan *Hyptis brevipes poit*. Hal ini disebabkan karena bioherbisida yang digunakan hanya bersifat racun kontak. Keadaan ini memungkinkan gulma untuk dapat pulih kembali setelah beberapa hari. Pengaruh lain mungkin disebabkan rendahnya konsentrasi bioherbisida yang digunakan pada saat aplikasi.

Kata kunci: Kakao, pulp, bioherbisida, ragi tape, gulma

## Abstact

Cacao fermented waste has the potential to be used as a bioherbicide to control weeds. The content of vinegar in these wastes is as a contact poison. The recommended concentration for use in controlling broadleaf weeds is 10-20%. This study aims to determine the effectiveness of liquid waste from cocoa fermentation as a bioherbicide in controlling broadleaf weeds. The research design uses factorial patterns arranged in a randomized block design (RBD). The first factor is the Fermentation Time (F): F<sub>1</sub> = 3 days, F<sub>2</sub> = 4 days, F<sub>3</sub> = 5 days, F<sub>4</sub> = 6 days F<sub>5</sub> = 7 days and the second factor is the Dosage of yeast tape per kg of cocoa (D): D<sub>1</sub> = Control, D<sub>2</sub> = 2 g, D<sub>3</sub> = 4 g, D<sub>4</sub> = 6 g. Variables observed included total titrated acid, percentage of weed poisoning, wet and dry weed weights. The results showed that the application of cocoa fermented wastewater was effective in controlling *Ludwigia hyssopifolia* (G. Don) exell weed, but it was not effective in controlling *Ageratum conyzoides* and *Hyptis brevipes poit* weeds. This is because the bioherbicide used is only as a contact poison. This situation allows weeds to be able to recover as before. Another effect might be due to the low concentration of bioherbicides used at the time of application.

**Keywords :** Cocoa, pulp, bioherbicide, *tape* yeast, weeds

## PENDAHULUAN

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 (Sunarto, 1992). Pengembangan tanaman kakao di Indonesia sampai dengan tahun 2010 luas areal telah mencapai 1.651.539 ha dengan produksi mencapai 844.626 ton biji kakao kering (Ditjen Perkebunan, 2011). Produksi kakao yang besar memerlukan penanganan pasca panen yang baik agar diperoleh biji kakao dengan kualitas yang baik dan bermutu. Salah satu tahapan penting dalam penanganan pasca panen kakao adalah proses fermentasi (Widyotomo dan Mulato, 2008).

Fermentasi biji kakao bertujuan untuk menghancurkan pulp dan mengusahakan kondisi untuk terjadinya reaksi biokimia dalam keping biji, yang berperan bagi pembentukan cita rasa, warna dan aroma coklat. Pulp yang telah hancur akan mudah lepas dari biji, membentuk cairan pulp. Cairan pulp sebagai limbah hasil samping selama fermentasi biji kakao, diantaranya mengandung asam asetat atau asam cuka, asam laktat dan alkohol. Asam-asam organik tersebut terbentuk dari fermentasi gula yang terkandung dalam pulp biji kakao. Pulp merupakan jaringan halus yang berlendir yang membungkus biji kakao, keadaan zat yang menyusun pulp terdiri dari 80-90% air dan 8-14% gula. Kondisi ini sangat baik untuk pertumbuhan mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi (Bintoro, 1977). Aktivitas mikroorganisme dalam proses fermentasi meliputi peragian gula menjadi alkohol dan alkohol menjadi asam cuka. Di samping itu, aroma pun meningkat selama proses fermentasi dan pH biji mengalami perubahan (Siregar, *et al.*, 2010).

Saat ini petani kakao Indonesia umumnya melakukan proses fermentasi dengan sarana dan metode yang beragam. Sebagian petani di Kabupaten Aceh Utara melakukan proses fermentasi selama 1 sampai dengan 3 hari di dalam karung kemudian menindih karung fermentasi tersebut dengan batu atau kayu supaya cairan pulp kakao keluar. Perlakuan tersebut bukan merupakan fermentasi dalam arti yang sesungguhnya, petani menyimpan biji hasil panen di dalam kantong plastik selama 2 sampai dengan 3 hari sebelum dijual ke pedagang pengumpul Bennet and Hasan (1993). Proses yang terjadi dari kedua metode fermentasi tersebut adalah pseudo fermentasi (tanpa fermentasi) yang tidak memberikan andil dalam perbaikan mutu. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa petani kakao Indonesia masih belum memahami dengan baik proses fermentasi yang benar. Eduard Buchner dalam Widyotomo dan Mulato (2008) menjelaskan bahwa fermentasi sebenarnya diakibatkan oleh sekresi dari ragi yang disebut sebagai zymase.

Proses fermentasi dapat dilakukan menggunakan ragi, misalnya ragi tape. Ragi tape merupakan campuran populasi terhadap spesies-spesies dari genus *Saccharomyces*, *Candida* dan *Hansenulla*, serta bakteri *Acetobakte*. Genus-genus tersebut hidup bersama-sama secara sinergistik. *Saccharomyces*, *Candida* dan *Hansenulla* dapat menguraikan gula menjadi alkohol dan berbagai macam zat organik lainnya dan *Acetobakter* menumpang untuk mengubah alkohol menjadi asam cuka (Tarigan dan Jeneng, 1988). Penambahan mikroorganisme tersebut (dalam bentuk ragi) sebanyak 0,5 gram per kg biji segar pada proses fermentasi, dapat mempersingkat masa fermentasi biji dari 108 jam menjadi 84 jam (Siregar *et al.*, 2010). Di mana dalam proses tersebut berpotensi menghasilkan cairan pulp yang memiliki kandungan asam yang maksimal. Umumnya limbah

pulp kakao dibuang begitu saja, yang kemungkinan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Asam cuka dapat bersifat sebagai racun kontak. Konsentrasi 10–20% dapat direkomendasikan untuk digunakan dalam pengendalian gulma daun lebar, sedangkan gulma teki dan rumput tertentu dapat direkomendasikan dengan konsentrasi tinggi yaitu 20% pada gulma yang masih muda (Pujisiswanto, 2011). Kandungan asam limbah cair pulp hasil fermentasi kakao berpotensi sebagai bahan pengendalian gulma yaitu bioherbisida. Bioherbisida dapat menjadi salah satu alternatif dalam pengendalian gulma pertanian dan perkebunan yang ramah lingkungan serta menghasilkan produk yang aman.

Berdasarkan permasalahan di atas, proses fermentasi biji kakao dalam penelitian ini digunakan dengan menambahkan ragi tape. Harapannya, selain dapat mempercepat proses fermentasi dan perbaikan mutu biji kakao, cairan pulp yang dihasilkan dari proses metabolisme dari mikroba tersebut akan lebih maksimal sehingga memungkinkan untuk digunakan sebagai bioherbisida.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh dan di lahan percobaan. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah gulma uji yaitu *Ageratum conyzoides*, *Hyptis brevipes*, dan *Ludwigia hyssopifolia* (G. Don) Exell yang ditanam dalam polybag di Gampong Ulee Gle Kecamatan Makmur Kabupaten Bireuen. Bahan selanjutnya yaitu buah kakao (*Theobroma cacao* L.) yang diperoleh dari wilayah Kecamatan Matangkuli Kabupaten Aceh Utara, Ragi tape, NaOH 0.1 N, indikator PP, tanah sebagai media tanam dan daun pisang.

Alat-alat yang digunakan adalah wadah plastik sebagai tempat fermentasi, oven dryer, timbangan analitik, pH meter,

alat titrasi, saringan, karung, baktanam, polybag, dan perlengkapan lainnya.

Penelitian dilaksanakan dalam dua bentuk percobaan. Percobaan pertama yaitu pembuatan Bioherbisida di Laboratorium dan percobaan yang kedua yaitu uji efektifitas bioherbisida terhadap gulma berdaun lebar yang telah ditanam dalam polybag di lahan percobaan. Rancangan penelitian ini menggunakan pola faktorial yang disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK). Faktor pertama adalah Lama Fermentasi (F) : F<sub>1</sub> = 3 hari, F<sub>2</sub> = 4 hari, F<sub>3</sub> = 5 hari, F<sub>4</sub> = 6 hari F<sub>5</sub> = 7 hari dan faktor kedua adalah Dosis pemberian ragi tape per kg kakao (D) : D<sub>1</sub> = Kontrol, D<sub>2</sub> = 2 g, D<sub>3</sub> = 4 g, D<sub>4</sub> = 6 g. Dengan demikian terdapat 20 kombinasi perlakuan. Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak dua kali ulangan sehingga terdapat 40 satuan percobaan. Parameter pengamatan meliputi : asam tertitrasi total, persentase keracunan gulma, berat basah dan berat kering gulma.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Asam Tertitrasi Total

Berdasarkan hasil analisis ragam memperlihatkan bahwa tidak terdapat interaksi antara lama fermentasi dengan dosis pemberian ragi tape pada fermentasi biji kakao terhadap Asam Tertitrasi Total. Secara tunggal perlakuan lama fermentasi dan dosis pemberian ragi tape tidak berpengaruh nyata terhadap Asam Tertitrasi Total. Rata-rata nilai Asam Tertitrasi Total pada setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh lama fermentasi dan dosis pemberian ragi tape yang berbeda pada biji kakao terhadap Asam Tertitrasi Total (ATT) pada limbah yang dihasilkan

Perlakuan	ATT
F1	2.46
F2	2.44
F3	2.53
F4	2.62
F5	2.61
<i>BNT 0.05</i>	0.22
D1	2.46
D2	2.58
D3	2.58
D4	2.50
<i>BNT 0.05</i>	0.20

Tabel 1 menunjukkan rata-rata asam total yang terkandung dalam limbah cair hasil fermentasi kakao. Tinggi rendahnya asam total pada limbah dipengaruhi oleh tinggi rendahnya pH. Bylund (1995) menyatakan apabila nilai ATT meningkat maka nilai pH semakin turun dan sebaliknya. Hal ini juga dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi

kakao. Efendi (2005) menyatakan bahwa proses respirasi jamur pada saat fermentasi dapat mempengaruhi etanol yang dihasilkan karena bila terdapat udara pada proses fermentasi maka etanol yang dihasilkan lebih sedikit sehingga produksi asam-asam terutama asam cuka yang dihasilkan juga sedikit.

### Persentase Keracunan Gulma

#### *Ageratum conyzoides*

Berdasarkan hasil analisis ragam memperlihatkan bahwa tidak terdapat interaksi antara lama fermentasi dengan dosis pemberian ragi tape pada fermentasi biji kakao terhadap persentase keracunan gulma yang diaplikasikan dengan limbah cair hasil fermentasi kakao. Secara tunggal perlakuan lama fermentasi dan dosis pemberian ragi tape tidak berpengaruh nyata terhadap persentase keracunan gulma. Rata-rata persentase keracunan gulma pada setiap polibag dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase Keracunan Gulma *Ageratum conyzoides* akibat aplikasi limbah cair hasil fermentasi kakao

Perlakuan	Keracunan Gulma (Minggu Setelah Aplikasi)			
	1	2	3	4
F1	21.25	28.75	55	29.37
F2	24.37	25	63.75	45
F3	21.87	22.5	50.62	38.5
F4	24.37	25	51.25	38.12
F5	22.5	27.5	51.25	35
<i>BNT 0.05</i>	8.99	7.11	22.32	33.86
D1	26	25	53	32.5
D2	23	27	60.5	38.9
D3	22.5	25	47	34
D4	20	26	57	43.4
<i>BNT 0.05</i>	8.04	6.36	19.96	30.28

Tabel 2 memperlihatkan bahwa semua perlakuan aplikasi limbah cair hasil fermentasi pulp kakao menunjukkan tingkat keracunan berat pada 1 MSA dan

2 MSA, sedangkan pada 3 MSA menunjukkan keracunan sangat berat terhadap gulma *Ageratum conyzoides*. Namun pada 4 MSA persentase keracunan

gulma terhadap gulma *Ageratum conyzoides* mulai menurun meskipun pada tingkat keracunan sangat berat. Hal ini ditunjukkan oleh gulma yang mulai pulih kembali.

***Hyptis Brevipes Poit***

Berdasarkan hasil analisis ragam memperlihatkan bahwa tidak terdapat interaksi antara lama fermentasi dengan dosis pemberian ragi tape pada fermentasi

biji kakao terhadap persentase keracunan gulma yang diaplikasikan dengan limbah cair hasil fermentasi kakao. Secara tunggal perlakuan lama fermentasi dan dosis pemberian ragi tape tidak berpengaruh nyata terhadap persentase keracunan gulma. Rata-rata persentase keracunan gulma pada setiap polibag dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Keracunan Gulma *Hyptis Brevipes Poit* akibat aplikasi limbah cair hasil fermentasi kakao

Perlakuan	Keracunan Gulma (Minggu Setelah Aplikasi)			
	1	2	3	4
F1	14.37	16.87	31.25	31.25
F2	11.25	11.87	22.5	22.5
F3	13.75	15	27.5	26.25
F4	11.87	16.87	27.5	25
F5	16.25	18.75	24.75	26.87
<i>BNT 0.05</i>	6.66	7.63	7.32	10.49
D1	14.5	14	29	29
D2	13.5	18	25	21.5
D3	14.5	16	29	26
D4	11.5	15.5	23	29
<i>BNT 0.05</i>	5.96	6.82	6.55	9.38

Pada Tabel 3 memperlihatkan bahwa semua perlakuan aplikasi limbah cair hasil fermentasi pulp kakao menunjukkan tingkat keracunan yang sedang pada 1 MSA dan terus meningkat persentase keracunan hingga pada 3 MSA menjadi keracunan berat, sedangkan pada 4 MSA persentase keracuna gulma *Hyptis brevipes poit* mulai stabil dan kemungkinan pada minggu berikutnya gulma akan pulih kembali. Hal ini dikarenakan pada 4 MSA tidak menunjukkan peningkatan persentase keracunan gulma.

***Ludwigia Hyssopifolia (G. Don) Exell***

Berdasarkan hasil analisis ragam memperlihatkan bahwa tidak terdapat interaksi antara lama fermentasi dengan dosis pemberian ragi tape pada fermentasi biji kakao terhadap persentase keracunan gulma yang diaplikasikan dengan limbah cair hasil fermentasi kakao. Secara tunggal perlakuan lama fermentasi dan dosis pemberian ragi tape tidak berpengaruh nyata terhadap persentase keracunan gulma. Rata-rata persentase keracunan gulma pada setiap polibag dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Persentase Keracunan Gulma *Ludwigia Hyssopifolia (G. Don) Exell* akibat aplikasi limbah cair hasil fermentasi kakao

Perlakuan	Keracunan Gulma (Minggu Setelah Aplikasi)			
	1	2	3	4
F1	9.37	16.87	57.5	73.75
F2	9.37	18.75	51.25	65
F3	15	16.25	62.5	69.37
F4	14.37	20.62	47.5	71.25
F5	13.12	16.87	58.75	91.87
<i>BNT 0.05</i>	<i>12.31</i>	<i>15.02</i>	<i>27.64</i>	<i>30.13</i>
D1	18	21.5	65	78.5
D2	9	10.5	44	62.5
D3	12	18.5	51	81
D4	10	21	62	75
<i>BNT 0.05</i>	<i>11.01</i>	<i>13.43</i>	<i>24.72</i>	<i>26.95</i>

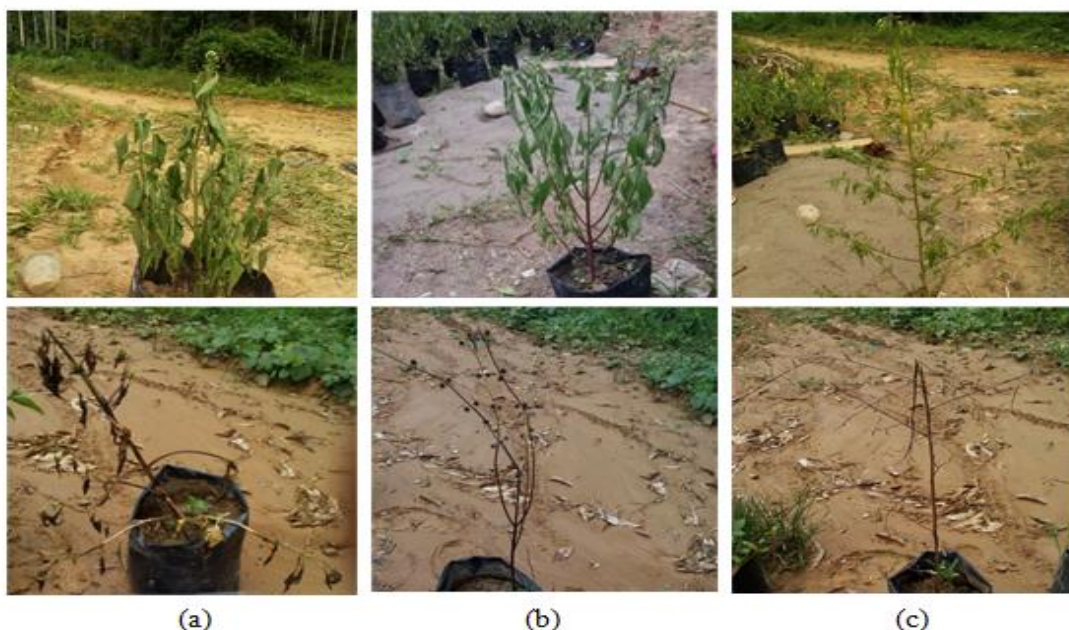
Aplikasi limbah cair hasil fermentasi pulp kakao pada semua perlakuan menunjukkan tingkat keracunan ringan sampai sangat berat terhadap gulma *Ludwigia Hyssopifolia* (G. Don) Exell sampai dengan 4 MSA (Tabel 4).

Hasil pengamatan persentase keracunan gulma menunjukkan bahwa keracunan gulma *Ageratum conyzoides* dan *Hyptis brevipes* akibat pengaplikasian cairan hasil fermentasi pulp kakao, mulai terjadi pada 1 MSA dan terus meningkat hingga 3 MSA. Namun pada 4 MSA mulai terjadi penurunan persentase keracunan gulma (Tabel 2-3). Berbeda halnya dengan gulma *Ludwigia hyssopifolia* (G. Don) Exell yang mulai menunjukkan tingkat keracunan ringan pada 1 MSA dan terus meningkat hingga pada 4 MSA dengan tingkat keracunan sangat berat (Tabel 4). Respon masing-masing spesies gulma akibat aplikasi cairan hasil fermentasi pulp kakao menunjukkan perbedaan antara spesies yang satu dengan spesies lainnya.

Hal ini terlihat dari persen keracunan gulma yang berbeda untuk tiap spesies gulma walaupun masih dalam satu golongan. Puncak respon keracunan gulma uji terjadi pada 4 minggu setelah aplikasi (MSA). Spesies gulma *Ludwigia hyssopifolia* (G. Don) Exell menunjukan

respon keracunan paling tinggi dibandingkan dengan spesies gulma uji yang lain. Sembodo (2010) menyatakan bahwa gulma dari spesies yang sama kadang kala memberikan respon yang berbeda terhadap herbisida tertentu. Apalagi antar spesies gulma walaupun dalam satu golongan tertentu, respon yang ditunjukkan sering berbeda. Menurut Fadhly dan Tabri (2004) setiap golongan gulma memiliki respon yang berbeda atas penerimaan herbisida. Herbisida memiliki efektivitas yang beragam, berdasarkan cara kerjanya. Berdasarkan gejala dan sifat umum yang ditunjukkan gulma setelah diaplikasikan cairan hasil fermentasi pulp kakao, kemampuan cairan pulp kakao hampir sama dengan herbisida kontak. Herbisida kontak sistem 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 perlahan-lahan akan mati, gulma akan pulih dan tumbuh kembali secara cepat sekitar 2 atau 3 MSA tergantung kondisi lingkungan sekitar. Bagian tumbuhan di bawah tanah seperti akar atau akar rimpang tidak terpengaruhi, sehingga dapat kembali pulih





Gambar 1. Gulma yang layu dan mati akibat aplikasi limbah cair hasil fermentasi kakao. *Ageratum Conyzoides* L. (a), *Hyptis Brevipes Poit* (b), dan *Ludwigia Hyssopifolia* (G. Don) Exell (c).

Berdasarkan hasil analisis ragam memperlihatkan bahwa tidak terdapat interaksi antara lama fermentasi dengan dosis pemberian ragi tape pada biji kakao terhadap bobot basah gulma yang diaplikasikan dengan limbah cair hasil fermentasi kakao. Secara tunggal perlakuan lama fermentasi dan dosis pemberian ragi tape tidak berpengaruh

basah gulma antar spesies memiliki perbedaan berat. Hal ini dikarenakan masing- masing spesies memiliki sifat hidup dan tumbuh yang berbeda sehingga memberikan hasil yang berbeda pula terhadap bobot basah. Rata- rata bobot basah gulma pada setiap polibag dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh aplikasi limbah cair hasil fermentasi kakao terhadap bobot basah gulma

Perlakuan	Bobot Basah Gulma (g/Polibag)		
	<i>A. Conyzoides</i>	<i>H. Brevipes Poit</i>	<i>L. Hyssopifolia</i>
F1	24.61	21.61	5.78
F2	22.33	20.74	8.26
F3	30.13	22.49	6.98
F4	35.48	22.80	6.78
F5	31.04	23.13	7.53
<i>BNT 0.05</i>	<i>14.95</i>	<i>3.18</i>	<i>1.55</i>
D1	34.58	22.11	5.74
D2	29.65	22.80	7.89
D3	24.06	21.46	7.56
D4	26.60	22.25	7.06
<i>BNT 0.05</i>	<i>13.37</i>	<i>2.85</i>	<i>1.39</i>

### Bobot Kering Gulma

Berdasarkan hasil analisis ragam memperlihatkan bahwa tidak terdapat interaksi antara lama fermentasi dengan dosis pemberian ragi tape pada biji kakao terhadap bobot kering gulma yang diaplikasikan dengan limbah cair hasil

fermentasi kakao. Secara tunggal perlakuan lama fermentasi dan dosis pemberian ragi tape tidak berpengaruh nyata terhadap bobot kering gulma. Rata-rata bobot kering gulma pada setiap polibag dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengaruh aplikasi limbah cair hasil fermentasi kakao terhadap bobot kering gulma

Perlakuan	Bobot Kering Gulma (g/Polibag)		
	<i>A. Conyzoides</i>	<i>H. Brevipes Poit</i>	<i>L. Hyssopifolia</i>
F1	8.59	7.44	3.45
F2	7.83	7.67	3.42
F3	8.4	7.87	3.51
F4	9.43	8.42	3.55
F5	8.5	7.71	3.77
<i>BNT 0.05</i>	3.68	1.08	1.33
D1	9.77	7.83	3.79
D2	8.39	8.17	2.75
D3	8.54	7.32	3.83
D4	7.51	7.97	3.79
<i>BNT 0.05</i>	3.29	0.96	1.19

Berdasarkan bobot kering gulma secara analisis deskriptif, berat kering memiliki pengaruh akibat dari aplikasi limbah cair hasil fermentasi pulp kakao. Hal ini terlihat bahwa nilai berat kering dan nilai berat basah adalah berbanding lurus. Dilihat juga pada pengamatan persentase keracunan gulma, bobot basah dan bobot kering gulma dapat dikatakan bahwa gulma daun lebar (*A. conyzoides*, *H. brevipes poit*, dan *L. hyssopifolia* (G. Don) Exell) mengalami gangguan proses fisiologis. Menurut Doflamingo (2013) terganggunya proses fisiologis pada tanaman memberikan respon dalam beberapa bentuk gejala, diantaranya adalah pertumbuhan yang tidak normal, perubahan warna, baik pada daun, batang, akar, buah, bunga. Selain itu juga menyebabkan matinya jaringan, bagian-bagian tanaman menjadi mengering, serta

ditandai dengan layunya bagian dari tubuh tanaman.

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### Kesimpulan

1. Limbah cair hasil fermentasi kakao berpotensi sebagai bioherbisida yang dapat menekan pertumbuhan gulma berdaun lebar dengan kemampuan meracuni sama seperti herbisida kontak yang bersifat mematikan jaringan tanaman pada bagian yang terkena larutan.
2. Pengaplikasian limbah cair hasil fermentasi kakao dengan penambahan ragi tape efektif dalam mengendalikan gulma *Ludwigia hyssopifolia* (G. Don) exell, namun tidak efektif terhadap pengendalian gulma *Ageratum conyzoides* dan *Hyptis brevipes poit*. Hal ini ditunjukkan oleh gejala yang ditimbulkan oleh gulma secara



fisiologis setelah aplikasi bioherbisida.

### **Saran**

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengkaji konsentrasi pengaplikasian bioherbisida yang efektif dalam mengendalikan semua spesies gulma berdaun lebar.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Bennet, C and F. Hasan. 1993. Export of low quality from Sulawesi-Indonesia; market failure or market evolution. Workshop ICCE-Bali.
- Bintoro, M.H. 1977. Periode Cukup Panen, Panen dan Periode Setelah Panen Coklat. IPB-Press. Bogor.
- Bylund, G. 1995. Dairy Processing Handbook. Tetra Pak Processing Systems AB, Sweden.
- Ditjen Perkebunan. (2011). Statistik Perkebunan Indonesia. Ditjen Perkebunan Deptan RI. Jakarta.
- Doflamingo, A. 2013. "Fungsi Air bagi Tanaman" Perdui Pertanian Indonesia. Jakarta.
- Efendi, M. S. 2005. Kinetika Fermentasi Asam Asetat (Vinegar) oleh Bakteri *Acetobacter Aceti B 127* dari Etanol Hasil Fermentasi Limbah cair Pulp kakao. *Jurnal Tekno dan Industri Pangan*, 13 (2) : 125 – 135.
- Fadhly, dan Tabri. 2004. Pengendalian Gulma pada Pertanaman Jagung. Pusat dan Pengembangan Tanaman Pangan. Vol 12: 243
- Pujisiswanto, H. 2011. Potensi Asam Cuka sebagai Bio-Herbisida Untuk Pengendalian Gulma. Laporan Penelitian Hibah DIPA. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. 45 hlm.
- Sembodo, D. R. J. 2010. Gulma dan pengelolaannya. Graha Ilmu. Yogyakarta. 166 hlm.
- Siregar, H. S. T. 2010. Budidaya Cokelat. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sunarto, H. 1992. Cokelat Budidaya, Pengolahan Hasil, dan Aspek Ekonominya. Penerbit Kasinus. Yogyakarta. 130 hlm.
- Tarigan dan Jeneng. 1988. Pengantar Mikrobiologi. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Widyotomo, S dan Mulato, S. 2008. Teknologi Fermentasi dan Diversifikasi Pulp Kakao Menjadi Produk Yang Bermutu dan Bernilai Tambah. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. 24 (1) : 65 — 82