

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil dan pembahasan efektivitas bioherbisida dari ekstrak daun mimba (*Azadirachta indica*), lamtoro (*Leucaena leucocephala*) dan pinus (*Pinus merkusii*). Efektivitas bioherbisida dari ekstrak daun mimba, lamtoro dan pinus dilakukan dengan menganalisis kandungan tanin dan flavonoid pada masing-masing jenis bioherbisida, menghitung waktu mulai kematian gulma, dan mortalitas gulma.

A. Kandungan Tanin dan Flavonoid Masing-Masing Jenis Bioherbisida

Analisis kandungan senyawa dilakukan untuk mengetahui kadar tanin dan flavonoid yang terkandung dalam masing-masing jenis bioherbisida. Rata-rata kandungan tanin pada masing-masing jenis bioherbisida ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Rata-rata Persentase Kandungan Tanin Pada Tiga Jenis Bioherbisida (%)

Jenis Ekstrak	Tanin (%)
Mimba	0,1148
Lamtoro	0,1973
Pinus	0,0366

Tabel 2. Analisis Varians Persentase Kandungan Tanin

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	0,03874598	0,01937299	59.922,64**	5,14	10,92
Error	6	0,00000194	0,00000032			
Total	8	0,03874792				

Keterangan: ** = Berbeda sangat nyata pada taraf uji 1%

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa kandungan tanin menunjukkan bahwa jenis bioherbisida berpengaruh sangat nyata terhadap kandungan senyawa tanin. Uji LSD (*Least Significant Difference*)

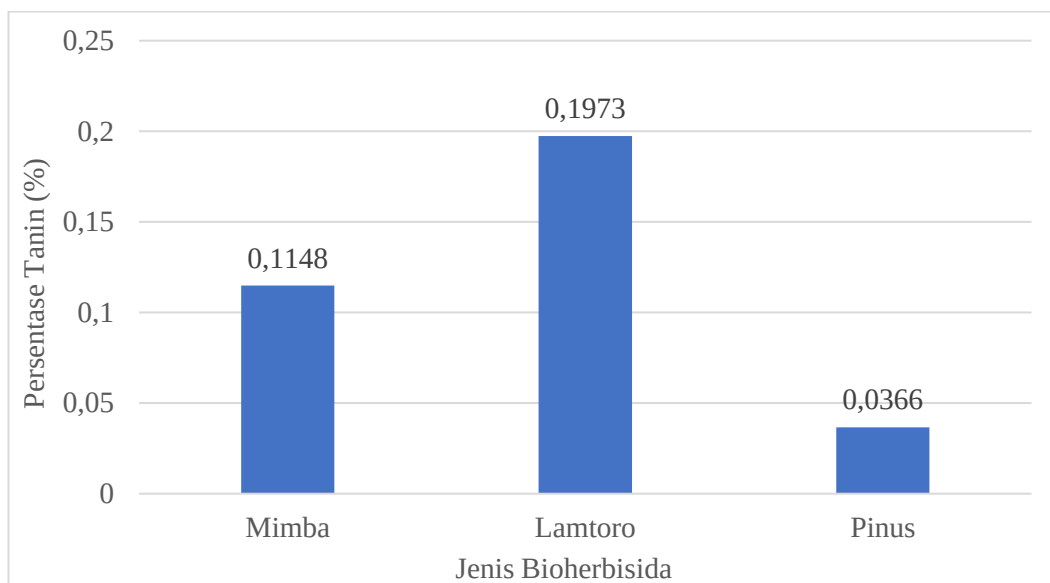
dilakukan untuk mengetahui perbedaan rata-rata antarperlakuan akibat pengaruh jenis bioherbisida terhadap kandungan tanin. Hasil uji LSD tersebut ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji LSD Pengaruh Jenis Bioherbisida Terhadap Persentase Kandungan Tanin

Jenis Ekstrak	Rata-rata Tanin (%)	Nilai LSD 1%
Pinus	0,0366 a	0,00172
Mimba	0,1148 b	
Lamtoro	0,1973 c	

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada uji LSD 1%

Hasil uji LSD menunjukkan bahwa jenis ekstrak bioherbisida memberikan perbedaan secara nyata terhadap kandungan tanin. Jenis bioherbisida berupa ekstrak daun lamtoro memiliki kandungan senyawa tanin yang tertinggi, yaitu sebesar 0,1973, sementara jenis bioherbisida berbahan dasar daun pinus menunjukkan persentase kandungan senyawa tanin yang paling rendah, yaitu sebesar 0,0366. Berdasarkan hasil tersebut, dapat diketahui bahwa jenis bioherbisida berpengaruh terhadap kandungan senyawa aktif yang dihasilkan. Kandungan tanin pada ekstrak daun mimba, lamtoro dan pinus tersaji dalam bentuk grafik pada Gambar 5.



Gambar 5. Persentase Kandungan Tanin pada Berbagai Jenis Bioherbisida

Tanin merupakan senyawa fenolik golongan polifenol dengan berat molekul tinggi yang memiliki kemampuan membentuk kompleks dengan protein. Tingginya kandungan tanin diduga dapat meningkatkan efektivitas bioherbisida dalam menekan pertumbuhan gulma karena memiliki aktivitas alelopati yang dapat mengganggu proses fisiologis tanaman, seperti respirasi, transport ion, serta aktivitas enzim penting. Selain itu, tanin juga dapat menghambat hormon giberelin yang berperan dalam perkecambahan dan pertumbuhan tanaman. Daun lamtoro memiliki kandungan senyawa tanin yang paling banyak, terutama pada daun muda. Sementara pada mimba kandungan senyawa tanin yang relatif lebih sedikit di bagian daunnya dan pada pinus senyawa tanin paling banyak terdapat pada bagian kulit kayu (Sururi et al., 2025).

Jenis bioherbisida yang digunakan tidak hanya melihat kandungan senyawa taninnya, namun juga melihat kandungan senyawa flavonoidnya. Senyawa flavonoid termasuk ke dalam salah satu senyawa alelopatik yang dapat mengganggu

perkecambahan dan pertumbuhan gulma. Rata-rata kandungan flavonoid pada masing-masing jenis bioherbisida disajikan pada Tabel 4. Untuk mengetahui pengaruh jenis bioherbisida terhadap kandungan flavonoid dilakukan analisis varians yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 4. Rata-rata Persentase Kandungan Flavonoid Pada Tiga Jenis Bioherbisida (%)

Jenis Ekstrak	Flavonoid (%)
Mimba	0,0544
Lamtoro	0,1405
Pinus	0,0094

Tabel 5. Analisis Varians Persentase Kandungan Flavonoid

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	0,02662542	0,01331271	10.823,61**	5,14	10,92
Error	6	0,00000738	0,00000123			
Total	8	0,02663280				

Keterangan: ** = Berbeda sangat nyata pada taraf uji 1%

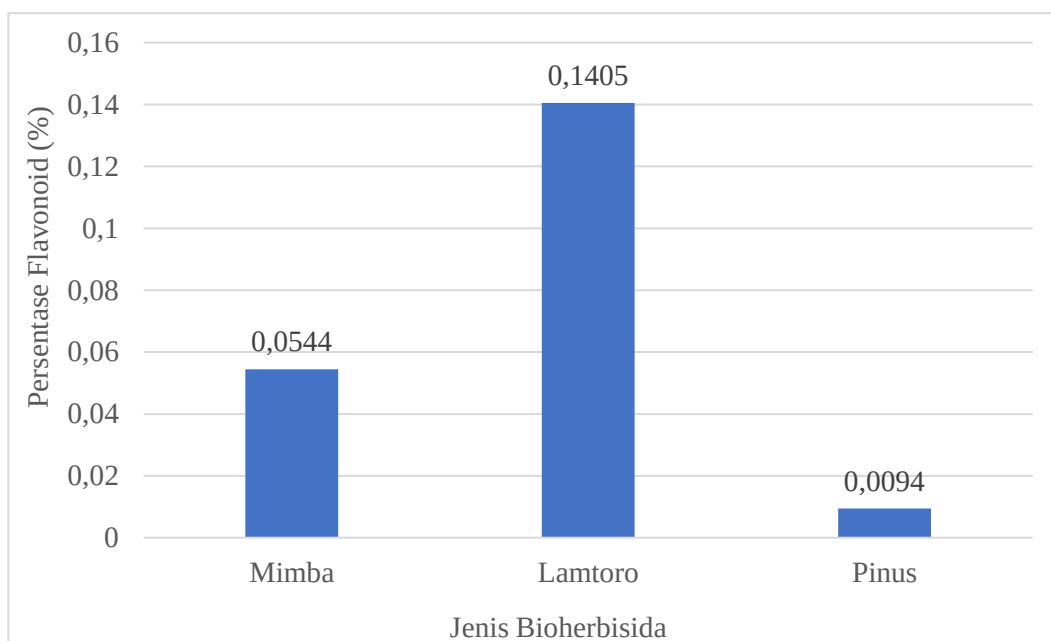
Hasil analisis varians kandungan flavonoid menunjukkan bahwa jenis bioherbisida berpengaruh sangat nyata terhadap kandungan senyawa flavonoid. Untuk mengetahui rata-rata perlakuan yang berbeda sangat nyata karena pengaruh jenis bioherbisida terhadap kandungan flavonoid, dilakukan uji LSD (*Least Significant Difference*) yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji LSD Pengaruh Jenis Bioherbisida Terhadap Persentase Kandungan Flavonoid

Jenis Ekstrak	Rata-rata Flavonoid (%)	Nilai LSD 1%
Pinus	0,0094 a	0,00336
Mimba	0,0544 b	
Lamtoro	0,1405 c	

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada uji LSD 1%

Hasil uji LSD menunjukkan bahwa jenis ekstrak bioherbisida memberikan perbedaan secara nyata terhadap kandungan flavonoid jenis bioherbisida berupa ekstrak daun lamtoro memiliki kandungan senyawa flavonoid yang tertinggi, yaitu sebesar 0,1405, sementara jenis bioherbisida berbahan dasar daun pinus menunjukkan persentase kandungan senyawa flavonoid yang paling rendah, yaitu sebesar 0,0094. Berdasarkan hasil tersebut, dapat diketahui bahwa jenis bioherbisida berpengaruh terhadap kandungan senyawa aktif yang dihasilkan. Kandungan flavonoid pada ekstrak daun mimba, lamtoro dan pinus disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 6.



Gambar 6. Persentase Kandungan Flavonoid pada berbagai Jenis Bioherbisida

Flavonoid adalah salah satu senyawa metabolit sekunder yang termasuk senyawa polar pada gugus -OH yang memiliki ikatan dengan hidrogen dan banyak terkandung dalam tumbuhan. Flavonoid pada tumbuhan banyak ditemukan pada seluruh bagian tumbuhan seperti daun, akar, batang, bunga, dan buah. Senyawa ini

memiliki sifat sebagai sitotoksik atau dengan kata lain sifat beracun yang dapat merusak atau menyebabkan kematian pada sel (Putri et al., 2024). Sama halnya dengan kandungan tanin, kandungan senyawa flavonoid yang paling berpengaruh adalah pada jenis bioherbisida berbahan daun lamtoro. Daun lamtoro memiliki kandungan senyawa flavonoid yang paling banyak, terutama pada bagian daun. Sementara pada daun mimba memiliki kandungan flavonoid yang relatif lebih sedikit karena variasi pelarut yang digunakan penelitian. Pada daun pinus memiliki kandungan flavonoid yang relatif rendah karena senyawa flavonoid banyak ditemukan pada bagian bunga dan kulit kayu.

Tingginya kandungan flavonoid pada lamtoro dapat berkaitan dengan banyaknya senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada tanaman tersebut. Lamtoro diketahui mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder, seperti flavonoid, tanin dan mimosin. Senyawa-senyawa tersebut dapat ditemukan pada beberapa bagian tanaman, termasuk daun, plong dan biji. Daun lamtoro juga memiliki kandungan senyawa fenol yang lebih tinggi dibandingkan biji seta mengandung tanin dan mimosin dalam jumlah yang cukup tinggi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa daun merupakan salah satu bagian lamtoro yang banyak mengandung senyawa metabolit sekunder.

Kandungan metabolit sekunder pada tanaman dapat berbeda antara satu jenis tanaman dengan tanaman lainnya. Perbedaan tersebut berkaitan dengan kemampuan masing-masing tanaman dalam menghasilkan dan mengakumulasi senyawa tertentu. Selain itu, pembentukan senyawa alelokimia juga dapat dipengaruhi oleh bagian tanaman yang digunakan, karena setiap organ dapat

menghasilkan atau mengakumulasi senyawa dalam jumlah yang berbeda. Daun lamtoro diketahui memiliki aktivitas alelopati yang cukup tinggi dibandingkan beberapa bagian tanaman lainnya. Aktivitas tersebut berkaitan dengan keberadaan berbagai senyawa alelokimia yang terdapat di dalam daun. Oleh karena itu, tingginya kandungan flavonoid pada lamtoro dibandingkan mimba dan pinus dapat dikaitkan dengan karakteristik metabolit sekundernya serta tingginya akumulasi senyawa tersebut pada bagian daun yang digunakan sebagai bahan ekstrak (Adawiah, 2018).

B. Waktu Mulai Kematian Gulma (Hari)

Rata-rata waktu awal mulai kematian gulma setelah aplikasi berbagai jenis bioherbisida pada beberapa formula larutan disajikan pada Tabel 7, sedangkan data pengamatan secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 4.

Tabel 7. Waktu Mulai Kematian Gulma pada Berbagai Jenis Bioherbisida Dan Formula Larutan (Hari)

Jenis Ekstrak	Formula (%)			Rata-rata
	0	20	30	
Mimba	0	6	6	6
Lamtoro	0	6	6	6
Pinus	0	6	6	6
Rata-rata	0	6	6	6

Berdasarkan Tabel 7 dapat diketahui bahwa waktu mulai kematian gulma berbeda pada setiap jenis bioherbisida dan formula larutan. Pada formula 0%, gulma mulai mengalami kematian pada hari ke-0 pada seluruh jenis bioherbisida, yaitu mimba, lamtoro dan pinus. Pada formula 20%, waktu mulai kematian gulma menjadi lebih cepat, yaitu pada hari ke-6 untuk seluruh jenis bioherbisida.

Sementara itu, pada formula 30%, kematian gulma mulai terjadi paling cepat, yaitu pada hari ke-6 pada jenis bioherbisida mimba, lamtoro dan pinus.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan formula bioherbisida cenderung mempercepat waktu kematian gulma. Formula 20% dan 30% menghasilkan waktu kematian yang sama. Hal ini terjadi karena tingginya formula bioherbisida akan mengakibatkan kandungan senyawa alelopati semakin besar seperti tanin dan flavonoid yang tersedia untuk menghambat proses fisiologis gulma, sehingga aktivitas fotosintesis, respirasi dan metabolisme sel terganggu lebih cepat. Akibatnya, gejala keracunan hingga kematian gulma muncul dalam waktu lebih singkat (Adawiah, 2018).

C. Mortalitas Gulma (%)

Rata-rata mortalitas gulma setelah aplikasi berbagai jenis bioherbisida pada berbagai formula disajikan pada Tabel 8 berikut, sedangkan data pengamatan secara lengkap disajikan pada Lampiran 5. Untuk mengetahui pengaruh faktor jenis bioherbisida dan formula larutan terhadap mortalitas gulma, dilakukan analisis varians yang disajikan pada Tabel 9 berikut.

Tabel 8. Rata-rata Persentase Mortalitas Gulma pada Berbagai Jenis Bioherbisida Dan Formula Larutan (%)

Jenis Ekstrak	Formula (%)			Rata-rata
	0	20	30	
Mimba	0,00	92,62	98,17	95,40
Lamtoro	0,00	92,21	96,12	94,17
Pinus	0,00	88,94	96,12	92,53
Rata-rata	0,00	91,26	96,80	

Tabel 9. Analisis Varians Persentase Mortalitas Gulma

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Jenis (A)	2	16,50	8,25	1,79 ^{ns}	3,55	6,01
Formula (B)	2	53.186,47	26593,23	5766,14 ^{**}	3,55	6,01
Interaksi (AxB)	4	16,27	4,07	0,88 ^{ns}	2,93	4,58
Error	18	83,02	4,61			
Total	26	553.302,26				

Keterangan: ** = Berbeda sangat nyata pada taraf uji 1%

ns = Tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% dan 1%

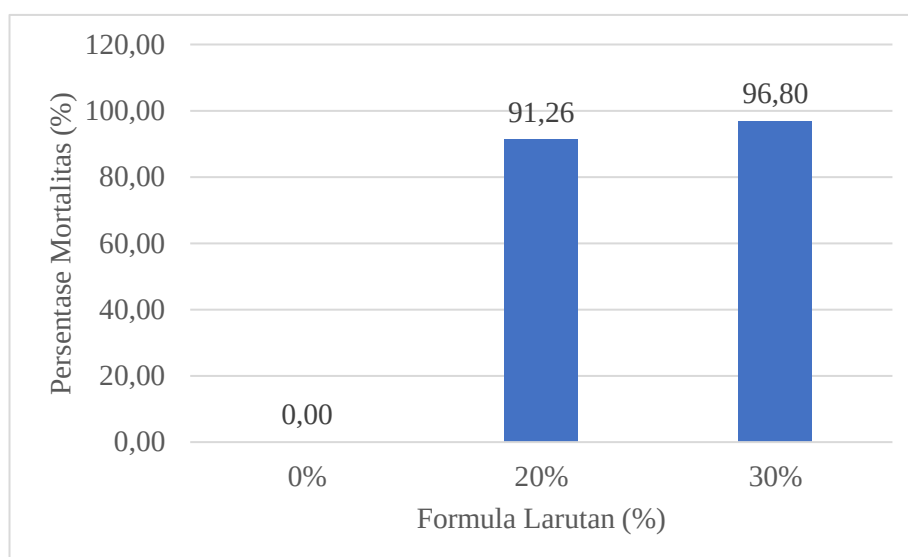
Analisis varians menunjukkan bahwa faktor formula larutan berpengaruh sangat nyata terhadap mortalitas gulma pada taraf signifikansi 1%. Sementara itu, faktor jenis bioherbisida dan interaksi antara jenis bioherbisida serta formula larutan tidak memberikan pengaruh secara nyata terhadap mortalitas gulma. Untuk mengetahui rata-rata perlakuan yang berbeda nyata karena pengaruh formula larutan terhadap mortalitas gulma yang disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Uji LSD Pengaruh Formula Larutan Terhadap Persentase Mortalitas Gulma

Formula Larutan (%)	Rata-rata Mortalitas Gulma (%)	Nilai LSD 1%
0	0,00 a	
20	91,26 b	5,05
30	96,80 c	

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada uji LSD 1%

Hasil uji LSD menunjukkan bahwa seluruh perlakuan memberikan perbedaan secara nyata terhadap formula larutan. Formula larutan 30% menghasilkan mortalitas gulma tertinggi, sedangkan formula 0% menghasilkan mortalitas gulma terendah. Berdasarkan hasil tersebut, dapat diketahui bahwa formula larutan bioherbisida mampu meningkatkan efektivitas pengendalian gulma. Untuk memperjelas perbedaan persentase mortalitas gulma pada setiap formula larutan, persentase mortalitas gulma disajikan dalam grafik pada Gambar 7



Gambar 7. Persentase Mortalitas Gulma Pada Berbagai Jenis Bioherbisida

Meningkatnya mortalitas gulma pada formula larutan yang lebih tinggi diduga disebabkan oleh meningkatnya kandungan senyawa alelopati yang terkandung dalam bioherbisida. Senyawa aktif seperti tanin dan flavonoid dapat menghambat aktivitas enzim, sintesis protein, respirasi, serta pembelahan sel sehingga mengganggu proses fisiologis gulma dan menyebabkan kematian tanaman. Oleh karena itu, semakin tinggi formula larutan bioherbisida yang diaplikasikan, semakin besar pula potensi bioherbisida dalam meningkatkan mortalitas gulma (Sururi et al., 2025).