



Gorontalo Journal of Forestry Research
Volume 8 Nomor 1 April 2025
P-ISSN: 2614-2058, E-ISSN: 2614-204X

PEMANFAATAN BUAH PINUS (*PINUS MERKUSII*) SEBAGAI BAHAN BAKU BIOPESTISIDA RAMAH LINGKUNGAN TERHADAP TANAMAN BAYAM
UTILIZATION OF PINE FRUIT (*PINUS MERKUSII*) AS RAW MATERIAL FOR ENVIRONMENTALLY FRIENDLY BIOPESTICIDE FOR SPINACH PLANTS

Fitri Indhasari^{1*}, Muh. Mukhtadir Putra², Fadhilah Achmad³
^{1,2}Universitas Sulawesi Barat, ³Universitas Cokroaminoto Makassar
*E-mail: fitri.indhasari@unsulbar.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui formulasi terbaik dari buah pinus dalam pembuatan biopestisida, mengetahui pengolahan limbah pinus dalam mengatasi permasalahan hama pada tanaman bayam dan pertumbuhan tanaman bayam yang telah diberikan biopestisida yang terbuat dari buah pinus. baku biopestisida. Perlakuan yang digunakan adalah kombinasi antara biopestisida dan buah pinus dengan perbandingan L_0 = kontrol (tanpa biopestisida), $L_1 = 1:10:3:1$, $L_2 = 1:10:3:3$, $L_3 = 1:10:3:6$, setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Pembuatan biopestisida menggunakan larutan aseton sebanyak 250 ml, air bersih sebanyak 6 liter, dan limbah buah pinus sesuai formulasi yang telah ditetapkan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memanfaatkan buah pinus dalam kehidupan sehari-hari menjadi suatu produk bernilai ekonomis untuk menjamin pemenuhan kebutuhan pangan dalam mendukung program ketahanan dan kemandirian pangan.

Kata kunci: limbah, pinus, biopestisida, ramah, lingkungan

ABSTRACT

This research aims to find out the best formulation of pine cones in making biopesticides, find out the processing of pine waste in overcoming pest problems in spinach plants and the growth of spinach plants that have been given biopesticide made from pine cones. biopesticide standard. The treatment used was a combination of biopesticide and pine cones with a ratio of L_0 = control (without biopesticide), $L_1 = 1:10:3:1$, $L_2 = 1:10:3:3$, $L_3 = 1:10:3:6$, Each treatment was repeated 3 times. Making biopesticide uses 250 ml of acetone solution, 6 liters of clean water, and pine fruit waste according to a predetermined formulation. It is hoped that the results of this research will be able to utilize pine cones in everyday life to become an economically valuable product to ensure the fulfillment of food needs in supporting food security and independence programs.

Keywords: waste, pine, biopesticide, friendly, environmental

PENDAHULUAN

Pinus merupakan tanaman yang dapat digunakan untuk reboisasi karena pinus memiliki fungsi sebagai tanaman pelindung tanah secara ekologis dan penghasil kayu. Alelokimia pada resin pinus termasuk pada kelompok senyawa terpenoid, yaitu monoterpen α -pinene dan β -pinene. Senyawa ini diketahui bersifat toksik baik terhadap serangga maupun tumbuhan. Selain itu, senyawa tersebut merupakan bahan utama pada pembuatan terpentin.

Sejauh ini, permasalahan hama merupakan masalah yang sering merugikan tanaman yakni mencapai miliaran rupiah dan menurunkan produktivitas pertanian sampai 20 persen. Menghadapi seriusnya kendala tersebut, sebagian besar petani Indonesia menggunakan pestisida kimiawi yang berlebihan sehingga memberi dampak negatif terhadap lingkungan dan manusia. Keseimbangan alam terganggu dan akan mengakibatkan timbulnya hama yang resisten, ancaman bagi predator, parasit, ikan, burung dan satwa lain. Salah satu penyebab terjadinya dampak negatif pestisida terhadap lingkungan adalah adanya residu pestisida di dalam tanah sehingga dapat meracuni organisme nontarget terbawa sampai ke sumber air dan lingkungan sekitar.

Biopestisida merupakan salah satu pestisida yang berbahan dasar dari tumbuhan. Tumbuhan kaya bahan aktif yang berfungsi sebagai penolak, penarik antifertilitas (pemandul), dan pembunuh. Total produksi biopestisida dunia adalah lebih dari 3.000 ton/tahun. Biopestisida mengontrol hama dengan mekanisme non-toksik. Hal ini menjadikan biopestisida sebagai alternatif pengendalian hama karena potensi bahaya yang rendah bagi manusia dan lingkungan.

Upaya yang dapat dilakukan dengan menggunakan limbah pinus sebagai bahan pembuatan biopestisida yang dapat mengurangi penggunaan pestisida kimiawi dan mulai beralih kepada jenis-jenis pestisida hayati. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian tentang pemanfaatan limbah pinus sebagai bahan baku biopestisida ramah lingkungan akan lebih mudah diterapkan oleh masyarakat khususnya pada tanaman pertanian dan kehutanan di Indonesia.

KAJIAN LITERATUR

1. Biopestisida

Berdasarkan asalnya, biopestisida dapat dibedakan menjadi dua yakni pestisida nabati dan pestisida hayati. Pestisida nabati merupakan hasil ekstraksi bagian tertentu dari tanaman baik dari daun, buah, biji atau akar yang senyawa atau metabolit sekunder dan memiliki sifat racun terhadap hama dan penyakit tertentu. Pestisida nabati pada umumnya digunakan untuk mengendalikan hama (bersifat insektisidal) maupun penyakit (bersifat bakterisidal). Biopestisida yang terbuat dari bahan-bahan alam tidak meracuni tanaman dan mencemari lingkungan. Pemakaian ekstrak bahan alami secara terus-menerus juga diyakini tak menimbulkan resisten pada hama, seperti yang biasa terjadi pada pestisida sintetis. Beberapa jenis tanaman yang mampu mengendalikan hama seperti famili *Meliaceae* (*nimba*, *Aglaia*), famili *Anonaceae* (biji srikaya, biji sirsak, biji buah nona). Sastroutomo, (1992) mengemukakan bahwa biopestisida yang ada dapat dibedakan dalam 1) Herbisida biologi (Bioherbisida), 2) Fungisida biologi (Biofungisida) dan 3) Insektisida biologi (Bioinsektisida).

Bertolak dari keadaan dunia pertanian Indonesia seperti tersebut di atas maka usaha untuk memproduksi biopestisida di dalam negeri amat memungkinkan. Faktor yang mendukung di antaranya adalah bahwa Indonesia cukup kaya dengan berbagai jenis jasad renik yang spesifik di daerah tropis dan lebih sesuai untuk iklim Indonesia, karena pada umumnya biopestisida dieksplorasi dari berbagai jenis mikroorganisme, yang merupakan musuh alami, sehingga dari ketersediaan bahan baku sangatlah berlimpah. Alam Indonesia yang kaya akan keanekaragaman hayati merupakan sumberdaya alam yang potensial untuk dimanfaatkan bagi kesejahteraan

rakyat.

Dampak penggunaan biopestisida terhadap kualitas produk secara signifikan dapat meningkatkan nilai jual (ekonomi) produk baik di pasar lokal, regional maupun internasional. Sehingga margin keuntungan petani kita dapat ditingkatkan, dan sudah barang tentu dengan demikian kesejahteraan petani beserta keluarganya dapat meningkat.

2. Pinus (*Pinus merkusii*)

Pinus merupakan tanaman yang dapat digunakan untuk reboisasi, karena pinus memiliki beberapa fungsi, diantaranya sebagai tanaman pelindung tanah secara ekologis dan sebagai penghasil kayu. Selain itu, pinus juga memiliki daya kompetitif yang besar terhadap tumbuhan lain di sekitarnya sehingga mampu bersaing (Marisa, 1990).

Pinus merkusii memiliki saluran resin yang dapat menghasilkan suatu metabolit sekunder bersifat alelopati. Alelokimia pada resin tersebut termasuk pada kelompok senyawa terpenoid, yaitu monoterpen α -pinene dan β -pinene. Senyawa ini diketahui bersifat toksik baik terhadap serangga maupun tumbuhan. Selain itu, senyawa tersebut merupakan bahan utama pada pembuatan terpentin. Monoterpen (C-10) merupakan minyak tumbuh-tumbuhan yang terpenting yang juga bersifat racun (Taiz and Zeiger, 1991).

Beberapa kajian ekologis pada daerah pertumbuhan pohon pinus menunjukkan tidak ada pertumbuhan tanaman herba, yang diduga karena serasah daun pinus yang terdapat pada tanah mengeluarkan zat alelopati yang menghambat pertumbuhan herba. Hal tersebut diperkuat dengan penelitian terhadap kemampuan daun pinus yang belum terdegradasi yang dapat menurunkan pertumbuhan panjang radikula kecambah sawi (Marisa, 1990). Hal tersebut menunjukkan bahwa kandungan senyawa pada daun Pinus merkusii mempunyai potensi sebagai bahan bioherbisida untuk mengontrol pertumbuhan gulma yang dapat mengganggu pertumbuhan produksi tanaman pangan antara lain tanaman padi. Salah satu gulma yang mengganggu pertumbuhan tanaman padi adalah *E. colonum* dan *A. viridis*.

Pemanfaatan Pinus merkusii sangat banyak bahkan pada tahun 1999. Pinus merkusii merupakan tumbuhan berkayu produksi yang paling banyak ditanam setelah pohon jati (*Tectona grandis*). Pinus merkusii atau dikenal dengan Tusam telah banyak di tanam dan dijadikan sebagai tanaman hutan produksi pada daerah Jawa yang hasilnya digunakan untuk kayu pertukangan, penghasil gondorukem (getah), dan penghasil korek api. Produk dari getah pinus berupa gondorukem dan terpentin memiliki nilai tinggi bagi industri di Indonesia dimana telah banyak digunakan sebagai bahan dasar batik dan pelarut cat.

3. Tanaman Bayam

Meskipun secara kualitas Indonesia sudah mampu berswasembada pangan, tetapi secara kualitas, mutu pangan yang dikonsumsi sebagian besar penduduk masih tergolong rendah. Status kesehatan sebagian besar penduduk Indonesia masih perlu ditingkatkan terus-menerus untuk meningkatkan kualitas sumberdaya manusia menyongsong era globalisasi. Malnutrisi baik yang berupa kekurangan vitamin maupun mineral masih terjadi, khususnya pada penduduk yang berpenghasilan rendah. Sayuran, termasuk bayam, adalah sumber vitamin dan mineral yang dapat diproduksi secara murah dan jumlahnya tidak terbatas, pasokannya sinambung. Sayuran tersebut juga mengandung serat yang sangat berguna untuk membantu proses pencernaan makanan dalam lambung sehingga dapat mencegah penyakit organ kanker lambung.

Bayam (*Amaranthus spp. L.*) memiliki sekitar 60 genera, yang masing-masing jenisnya mempunyai daerah sebar yang sangat luas karena mampu hidup di ekosistem yang beragam. Dari sudut pandang manusia awam, bayam adalah komoditas sederhana, dalam pengertian mudah didapat setiap saat dengan harga murah, dan

pengolahan untuk makanan sederhana. Tanaman bayam mampu bertahan hidup pada berbagai habitat yang bercekaman dan mampu menghasilkan biji dalam jumlah banyak. Biji bayam relatif mudah rontok dan banyak anggotannya yang berperan sebagai gulma, baik tumbuh bersaing dengan tanaman budidaya pokok maupun lahan kosong. Salah satu jenis bayam yaitu *A. spinosus* Linn. Memiliki duri dan sebagai gulma yang sangat menjengkelkan petani. Dipihak lain, bayam memiliki keunggulan komparatif antara lain masih mampu tumbuh subur dan cepat pada ekosistem yang marjinal, daun dan bijinya memiliki nilai nutrisi yang sangat tinggi. Banyak jenisnya yang berpotensi dikembangkan sebagai tanaman hias, obat nabati, zat pewarna alami, penyedia serat-seratan penyedia hijauan makanan ternak dan bahan organik penyubur tanah.

Keunggulan nilai nutrisi bayam sayuran terutama pada kandungan vitamin A (*beta-karoten*), vitamin C; *riboflavin* dan asam amino *thiamine* dan *niacin*. Kandungan mineral terpenting yang terkandung dalam bayam sayur adalah kalsium dan zat besi, yang terakhir ini sangat penting untuk mengatasi anemia (kekurangan darah). Selain itu bayam sayur juga kaya akan mineral lain seperti (kekurangan darah). Selain itu bayam sayur juga kaya akan mineral lain seperti seng (*zink*), magnesium, fosfor dan kalium. Kandungan protein dalam bayam sayur ternyata lebih unggul dibandingkan dengan kangkung, khususnya pada komposisi protein yang mudah dicerna. Kandungan hidrat arang bayam sayur cukup tinggi, dalam bentuk serat selulosa yang tidak tercerna. Serat tidak tercerna tersebut sangat penting peranannya dalam membantu proses pencernaan oleh lambung, sehingga dapat mencegah segala bentuk gangguan lambung khususnya kanker lambung dan usus.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 12 bulan pada tahun 2024 di Majene Provinsi Sulawesi Barat, Laboratorium Pemanfaatan dan Pengolahan Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Unhas, Laboratorium Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Unhas, Pusat Kolaborasi Riset Mikroba Karst dan pengambilan sampel di Desa Sasakan, Kecamatan Sumarorong, Kabupaten Mamasa, Provinsi Sulawesi Barat.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah blender, labu Erlenmeyer, shaker, labu takar, saringan, timbangan, sendok/batang pengaduk, atk, dan ember. Bahan yang digunakan adalah buah pinus, larutan aseton, kertas saring, kertas label, polybag, air bersih dan tanaman bayam.

Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian dikumpulkan dengan menggunakan teknik, yaitu :

- a. Observasi
- b. Studi Literatur

Analisis Data

Analisis Data yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Biopestisida. Penelitian ini disusun berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pola faktorial 3 kali ulangan dengan faktor pertama adalah fermentasi buah pinus dan faktor kedua adalah formulasi biopestisida.
2. Aplikasi Tanaman Bayam
Penelitian ini disusun berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 kali ulangan.
 - a. $P_0 = 0$ ml (kontrol)
 - b. $P_1 = 250$ ml
 - c. $P_2 = 500$ ml
 - d. $P_3 = 750$ ml

HASIL DAN PEMBAHASAN

Biopestisida merupakan salah satu pestisida yang berbahan dasar dari tumbuhan yang dapat mengontrol hama dengan mekanisme non-toksik karena rendahnya potensi bahaya bagi manusia dan lingkungan. Limbah pinus dapat dijadikan sebagai bahan pembuatan biopestisida yang dapat mengurangi penggunaan pestisida kimiawi dan mulai beralih kepada jenis-jenis pestisida hayati. Jumlah bahan dasar (tumbuhan) dan lama fermentasi bahan sangat berpengaruh terhadap pembuatan biopestisida. Selain itu, dosis biopestisida juga berpengaruh terhadap pengaplikasian biopestisida yang digunakan. Hal ini dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini :

Tabel 4. Rekapitulasi Analisis Ragam dengan Rancangan Acak Kelompok Tiga Faktorial pada beberapa Parameter

Sumber Keragaman	Jumlah Bakteri	Jumlah Jamur	Kaliu m	Tinggi Tanaman
Ulangan	*	*	tn	**
Faktor_L	**	**	**	**
Faktor_K	**	**	**	**
Faktor_P	**	**	**	**
Faktor_L * Faktor_K	**	**	**	**
Faktor_L * Faktor_P	**	**	**	**
Faktor_K * Faktor_P	**	**	*	**
Faktor_L * Faktor_K * Faktor_P	**	**	**	**

Keterangan : tn = tidak nyata, * = berpengaruh nyata, ** = berpengaruh sangat nyata
Sumber : Data hasil analisis jumlah koloni bakteri, 2024.

Masing-masing faktor tunggal dan interaksi ketiga faktor tunggal secara umum berpengaruh terhadap beberapa parameter yang diamati (Tabel 4). Sumber keragaman hasil analisis ragam dengan rancangan acak kelompok tiga faktorial sangat berbeda dengan rancangan percobaan yang lainnya. Rancangan ini dapat mengamati beberapa faktor secara bersamaan sehingga dapat memberikan informasi lebih banyak dengan biaya yang sama atau lebih rendah.

Jumlah Bakteri

Pengaruh interaksi berat buah pinus, lama fermentasi, dan dosis biopestisida yang berbeda-beda yang diterapkan pada tanaman bayam dapat dilihat pada tabel 5 berikut ini:

Tabel 5. Jumlah Bakteri dalam Pengaruh Interaksi Dosis Biopestisida pada Tanaman Bayam

Berat Pinus	N	Subset			
		1	2	3	4
	L2	36	2380.00 ^a		
	L1	36		3102.50 ^b	
Tukey HSD ^{a,b}	L3	36			6375.83 ^a
	Sig.		1.000	1.000	1.000
Lama Fermentasi					
	K1	36	875.00 ^a		
	K2	36		3170.83 ^b	
Tukey HSD ^{a,b}	K3	36			7812.50 ^a
	Sig.		1.000	1.000	1.000
Dosis Biopestisida					
	P0	27	1353.89 ^a		
	P1	27		4317.78 ^b	
Tukey HSD ^{a,b}	P3	27			4896.11 ^a
	P2	27			5243.33 ^a
	Sig.		1.000	1.000	1.000

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang berbeda berarti berbeda nyata pada taraf uji Tukey 5%.

Sumber : Data hasil analisis jumlah koloni bakteri, 2024.

Hasil analisis uji lanjut BNT pada Tabel 5 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan jumlah bakteri pada perlakuan yaitu berbeda sangat nyata. Semakin banyak jumlah pinus dan lama fermentasi, maka semakin meningkat jumlah koloni bakteri yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena terjadinya fermentasi yang terus berlanjut menjadikan koloni bakteri mencapai fase stasioner.

Jumlah Jamur

Pengaruh interaksi berat buah pinus, lama fermentasi, dan dosis biopestisida yang berbeda-beda yang diterapkan pada tanaman bayam dapat dilihat pada tabel 6 berikut ini:

Tabel 6. Jumlah Jamur dalam Pengaruh Interaksi Dosis Biopestisida pada Tanaman Bayam

Berat Pinus	N	Subset			
		1	2	3	4
	L1	36	11.83 ^a		
	L2	36		78.08 ^b	
Tukey HSD ^{a,b}	L3	36			108.00 ^{ab}
	Sig.		1.000	1.000	1.000
Lama Fermentasi					
	K1	36	4.17 ^a		
	K2	36		43.75 ^b	
Tukey HSD ^{a,b}	K3	36			150.00 ^{ab}
	Sig.		1.000	1.000	1.000
Dosis Biopestisida					
Tukey HSD ^{a,b}	P0	27	0.78 ^a		

P1	27	40.28 ^b			
P3	27		98.50 ^{ab}		
P2	27			124.33 ^{ab}	
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang berbeda berarti berbeda nyata pada taraf uji Tukey 5%.

Sumber : Data hasil analisis jumlah koloni bakteri, 2024.

Hasil analisis uji lanjut BNT pada Tabel 6 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan jumlah jamur pada perlakuan yaitu berbeda sangat nyata. Semakin banyak jumlah pinus dan lama fermentasi, maka semakin meningkat jumlah koloni jamur yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena pohon pinus sering kali memiliki hubungan simbiosis dengan jenis jamur tertentu, terutama yang membentuk mikoriza (misalnya, jamur dari genus *Rhizopogon* atau *Suillus*). Mikoriza ini membantu akar pohon pinus dalam penyerapan nutrisi, khususnya fosfor dan nitrogen, dari tanah. Jamur dapat berkembangbiak lebih baik di lingkungan dengan substrat organik seperti serasah daun pinus yang mengandung senyawa-senyawa organik yang mendukung pertumbuhan jamur. Namun, tingkat koloni jamur juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti kelembapan, pH tanah, dan kandungan nutrisi.

Kalium (K)

Pengaruh interaksi berat buah pinus, lama fermentasi, dan dosis biopestisida yang berbeda-beda yang diterapkan pada tanaman bayam dapat dilihat pada tabel 7 berikut ini:

Tabel 7. Jumlah Kalium dalam Pengaruh Interaksi Dosis Biopestisida pada Tanaman Bayam

Berat Pinus	N	Subset			
		1	2	3	4
Tukey HSD ^{a,b}	L1	36	0.3828 ^a		
	L2	36		0.5208 ^b	
	L3	36			0.6250 ^{ab}
	Sig.		1.000	1.000	1.000
Lama Fermentasi					
Tukey HSD ^{a,b}	K1	36	0.4042 ^a		
	K2	36		0.4983 ^b	
	K3	36			0.6261 ^{ab}
	Sig.		1.000	1.000	1.000
Dosis Biopestisida					
Tukey HSD ^{a,b}	P3	27	0.5019 ^a		
	P1	27	0.5041 ^a		
	P0	27	0.5119 ^a		
	P2	27		0.5204 ^b	
	Sig.		1.000	1.000	

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang berbeda berarti berbeda nyata pada taraf uji Tukey 5%.

Sumber : Data hasil analisis jumlah koloni bakteri, 2024.

Hasil analisis uji lanjut BNT pada Tabel 7 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan jumlah kalium pada perlakuan yaitu berbeda sangat nyata. Semakin banyak jumlah pinus dan lama fermentasi, maka semakin meningkat jumlah kalium yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena lama fermentasi biopestisida dari ekstrak pinus untuk digunakan pada tanaman seperti bayam biasanya memakan

waktu sekitar 7 hingga 14 hari. Waktu fermentasi ini memungkinkan mikroorganisme yang ada di dalam larutan untuk mengurai bahan organik dari pinus dan menghasilkan senyawa aktif yang berfungsi sebagai pestisida. Berdasarkan hasil rata-rata uji kalium tertinggi adalah perlakuan dengan lama fermentasi 18 hari. Hal ini diduga karena ada beberapa faktor yang mempengaruhi lama fermentasi ini, termasuk jenis mikroorganisme yang terlibat dalam fermentasi (bakteri, jamur) yang dapat mempengaruhi kecepatan proses. Menurut^[7] faktor-faktor yang mempengaruhi lama fermentasi meliputi suhu optimal berkisar antara 25°C hingga 35°C; pH yang sesuai untuk pertumbuhan mikroorganisme; jenis mikroorganisme meliputi bakteri, jamur, atau ragi yang digunakan dalam fermentasi; dan ketersediaan nutrisi yang mencukupi bagi mikroorganisme untuk berkembang.

Tinggi Tanaman (cm)

Pengaruh interaksi berat buah pinus, lama fermentasi, dan dosis biopestisida yang berbeda-beda yang diterapkan pada tanaman bayam dapat dilihat pada tabel 8 berikut ini:

Tabel 8. Tinggi Tanaman dalam Pengaruh Interaksi Dosis Biopestisida pada Tanaman Bayam

Berat Pinus	N	Subset			
		1	2	3	4
Tukey HSD ^{a,b}	L1	36	17.3611 ^a		
	L2	36	17.5417 ^a		
	L3	36		19.7083 ^b	
	Sig.		1.000	1.000	
Lama Fermentasi					
Tukey HSD ^{a,b}	K1	36	17.3194 ^a		
	K2	36		18.3472 ^b	
	K3	36		18.9444 ^b	
	Sig.		1.000	1.000	
Dosis Biopestisida					
Tukey HSD ^{a,b}	P3	27	15.9074 ^a		
	P1	27		17.3148 ^b	
	P0	27		18.0556 ^b	
	P2	27			21.5370 ^a
	Sig.		1.000	1.000	

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang berbeda berarti berbeda nyata pada taraf uji Tukey 5%.

Sumber : Data hasil analisis jumlah koloni bakteri, 2024.

Hasil analisis uji lanjut BNT pada Tabel 8 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tinggi tanaman pada perlakuan yaitu berbeda sangat nyata. Semakin banyak jumlah pinus dan lama fermentasi, maka semakin meningkat tinggi tanaman yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena hubungan antara tinggi tanaman bayam (*Spinacia oleracea*) dengan lama fermentasi sangat penting dalam konteks penggunaan bahan tanah yang telah melalui proses fermentasi. Lama fermentasi memiliki dampak signifikan terhadap kualitas tanah yang digunakan untuk menanam tanaman bayam. Fermentasi yang dilakukan dengan baik dan dalam durasi yang tepat menghasilkan pupuk yang kaya nutrisi, seimbang pH-nya, dan bebas dari senyawa anti-tumbuhan, yang semuanya mendukung pertumbuhan tanaman bayam yang sehat dan tinggi. Namun, fermentasi yang terlalu singkat atau tidak optimal dapat mengakibatkan pupuk yang kurang efektif atau bahkan

merugikan pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, penting untuk mengontrol dan menyesuaikan waktu fermentasi sesuai dengan jenis bahan yang digunakan dan kebutuhan tanaman bayam.

PENUTUP

Semakin banyak jumlah pinus dan lama fermentasi yang digunakan maka semakin berpengaruh nyata interaksi perlakuan yang dihasilkan pada tanaman bayam, pengaruh interaksi jumlah pinus, lama fermentasi, dan dosis biopestisida yang berbeda-beda yang diterapkan pada tanaman bayam memberikan pengaruh sangat nyata terhadap perlakuan dan jumlah dosis biopestisida terbaik adalah 500ml yang menghasilkan jumlah bakteri, jumlah jamur, jumlah kalium, dan tinggi tanaman paling tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada pihak yang dianggap telah berkontribusi dan mendukung pelaksanaan penelitian diantaranya adalah Kemenristekdikbud yang telah memberikan dana hibah penelitian Tahun 2024, LPPM Universitas Sulawesi Barat, Laboratorium Pemanfaatan dan Pengolahan Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Unhas, Laboratorium Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Unhas, Pusat Kolaborasi Riset Mikroba Karst, Pimpinan dan rekan dosen Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Sulawesi Barat dan Universitas Cokroaminoto Makassar.

DAFTAR PUSTAKA

Balai Penelitian Tanah, (2005). Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. Bogor.

Djunaedy, Achmad, (2009). Biopestisida sebagai Pengendali Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Embryo* <https://pertanian.trunojoyo.ac.id/wp-content/uploads/2012/03/9JUNED-EMBRYO-1.pdf>, E-ISSN: 0216-0188, Halaman 88-95.

Hidayat, M, (2021). Identifikasi dan Pengendalian Hutan Pinus. *Jurnal Kehutanan Indonesia*.

Marisa, H. (1990). Pengaruh Ekstrak Daun Pinus (*Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese) terhadap Perkecambah dan Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.). Tesis Pasca Sarjana Biologi. Institut Teknologi Bandung. Bandung.

Pratomo, dJ, (2008). Biopestisida sebagai Pengendali Hama dan Penyakit Tanaman Hias. Laboratorium Biokontrol, Balai Penelitian Tanaman Hias. Penelitian dan Pengembangan Departemen Pertanian.

Rahmawati, L., & Saputra, H. (2019). Pengaruh Kalium terhadap Efektivitas Biopestisida dari Ekstrak Pinus. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 12(1), 45-53.

Rifaldi Lutfi Fahmi, Nada Khonitah, Tuti Hidayah, Noor Fitri, (2019). Potensi Buah Pinus menjadi Biopestisida sebagai Upaya Pemberdayaan Masyarakat yang Madani dan Lestari di Desa Pelutan. Prosiding Seminar Nasional Mewujudkan Masyarakat Madani dan Lestari Seri 9 “Pemukiman Cerdas dan Tanggap Bencana” Yogyakarta,

24 Oktober 2019, Diseminasi Hasil-hasil Pengabdian, ISSN 978-602-6215-79-6, Halaman 96-103.

Yusuf Andi Senjaya, Wahyu Surakusumah. Potensi Ekstrak Daun Pinus (*Pinus merkusii*) sebagai Bioherbisida Penghambat Perkecambahan *Echinochloa colonum* L. dan *Amaranthus viridis*, Jurnal Perennial E-ISSN: 2685-6859, Halaman 1-5.

Wahyudi, A. T., et al. (2001). Isolasi dan karakterisasi bakteri endofit dari tanaman hutan tropis di Indonesia. *Biodiversitas*, 2(1), 1-7.

Wibowo, A., & Susanti, R. (2017). Kalium sebagai Peningkat Efektivitas Biopestisida Pinus. Dalam S. Darmadi (Ed.), *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Berkelanjutan* (hal. 123-130). Surabaya: Universitas Pertanian Surabaya.

Wijaya, R., & Suryanto, H. (2022). Pengaruh Penerapan Biopestisida Ekstrak Pinus terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Bayam. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 15(1), 75-83.