

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah IV Makassar. 2022. Data Curah Hujan Dasarian. Stasiun Klimatologi Sulawesi Selatan. Maros.
- Baiyewu, RA, Amusa, NA & Idowu, JW. 2005. *Leaf spot in Mulberry Plant (Morus alba) in the Lowland Humid Tropics of Southwestern Nigeria*. Institute of Forestry Research PMB. Plant Pathology Journal. Ibadan Nigeria. Vol.4. no. 2, hh:103-106.
- Barumbun dan Maike. 2013. Inventarisasi dan Identifikasi Hama Kutu Putih/Mealybug Pada Tanaman Murbei (*Morus Sp.*) di Balai Persuteraan Alam Bili-Bili. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Chen, Y, Wang, J, Yang, N, dan Wen, Z. 2018. Wheat microbiome bacteria can reduce virulence of a plant pathogenic fungus by altering histone acetylation. *Nature Communications*, 9, 1–14.
- Elango R , Parthasarathi R, dan Megala S. 2013. Field level studies on the association of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in *Gloriosa Superba L.* rhizosphere. *Indian Streams Research Journal* 3(10): 1-6.
- Gao, X, Jia, ZQ, Yang, BJ, dan Tan, XL. 2019. First Report of Mulberry Vein Banding Virus Infecting *Pharbitis purpurea* in Yunnan, China. National Agricultural Library. Beltsville, United States.
- Gulzar P, Tanki TN, sahaf KA, Munshi NA, Shahzad, A & Raja TA. 2009. *In vitro evaluation of various botanical extracts against Fusarium pallidoroseum (Cooke) Sacc. - the causal pathogen of twig blight of mulberry*. *Ind. J. Seric.* 48 (2): 133-137.
- Heo, JI, Oh, JY dan Lee, DH. 2021. First Report of Leaf Spot Disease Caused by *Cladosporium pseudocladosporioides* on *Morus alba* in South Korea. Institute of Forest Science, Kangwon National University. Seoul. Vol.4. No.2, hh:338-334.
- Jahuddin, R, Jamila, Awaluddin, dan Suriani. 2018. Eksplorasi Dan Skrining Untuk Mikroba Endopitik Akar Tanaman Jagung Terhadap *Fusarium verticillioides*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. Vol 18 (1).
- Meng, J, Liu, P, Zhu, L, Zou, C, Li, J1 dan Chen, B. 2015. Complete Genome Sequence of Mulberry Vein Banding Associated Virus, a New Tospovirus Infecting Mulberry. *PLoS ONE*. 10(8).
- Mustaka, Z, Sahrudin, K dan Ita J. 2019. Uji potensi POH konsorsium rizobakteri sebagai pemicu pertumbuhan tanaman sanseviera. *Jurnal Ilmiah Inovasi*. Vol. 19. No. 1. (2019). DOI: 10.25047/jiii.v19i1.1395.

- Mustaka, Z, Patandjengi, B, Alam, G dan Melina. 2022. Potensi konsorsium Rizobakteri dalam peningkatan luas dan bobot daun murbei (*Morus indica*). Biodeversitas. Vol. 23 (3).
- Krawczyk, K & Chyyska, O. 2020. *Identification and characterization of Pseudomonas syringae pv. Mori affecting white mulberry (Morus alba)*. Eur Journal Plant Pathol.158:281–291. <https://doi.org/10.1007/s10658-020-02074-x>. Poland.
- Kumari, V, Kodandaramaiah, dan Rajan, MV. 2014. Leaf and Anatomical Traits in Relation to Physiological Characteristics in Mulberry (*Morus sp.*) Cultivars. Turk J Bot. Vol. 36:683-689.
- Marei, EM, Elbaz, RM, Elmaghraby, I dan Sharaf, A. 2014. Occurrence Of Mulberry Mosaic Virus In Egypt. International Journal of Microbiology Research. Microbiology & Genetic Eng. Dep. Kairo. Vol. No.2, hh:575-580.
- Minarningsih,. 2016. Pertumbuhan Awal Murbei Hibrid Baru pada Jarak Tanam yang Berbeda. Balai Besar Penelitian Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan. Prosidig Seminar Nasional PPM: 40-53.
- Pscheidt, J.W., and Ocomb, C.M. (Senior Eds.). 2022 Pacific Northwest Plant Disease Management Handbook. Oregon State University.
- Ramdana, S. dan Andriyani C.S. 2016. Isolasi dan Karakterisasi Jamur Patogen pada Tanaman Murbei (*Morus sp.*) di Persemaian. Prosidig Seminar Nasional *from Basic Science to Comprehensif Education*. ISBN: 978-602-72245-1-3.
- Wallace, S. 2007. *Fusarium*. The John Hopkins Microbiology Neweletter. Department of Pathology. Vol 26. No.05.

Lampiran

Tabel Lampiran 3.1. Kejadian penyakit pada setiap perlakuan pada 35 minggu setelah perlakuan (MSP).

Jenis Gejala Penyakit	PLOT I				PLOT II				PLOT III				PLOT IV				PLOT V			
	Kontrol		Konsorsium		Kontrol		Konsorsium		Kontrol		Konsorsium		Kontrol		Konsorsium		Kontrol		Konsorsium	
	GP	KP	GP	KP	GP	KP	GP	KP	GP	KP	GP	KP	GP	KP	GP	KP	GP	KP	GP	KP
Karat Daun, <i>Aecidium mori</i>	3	15	2	10	5	25	0	0	2	10	3	15	5	25	2	10	4	20	3	15
Embun, Tepung <i>Phyllactania sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bercak Daun, <i>Cercospora moricola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hawar Daun <i>Fusarium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mosaic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MuVBV	1	5	0	0	0	0	0	0	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bercak Coklat, <i>Cladosporium Sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Batang Hitam, <i>Aspergillus sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bercak Batang <i>Fusarium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hawar Bakteri, <i>Pseudomonas sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Keterangan:

GP = Jumlah tanaman yang menampakkan gejala penyakit

KP = % Kejadian Penyakit

Tabel Lampiran 3.2. Kejadian penyakit pada setiap perlakuan pada 42 minggu setelah perlakuan (MSP).

Jenis Gejala Penyakit	PLOT I				PLOT II				PLOT III				PLOT IV				PLOT V			
	Kontrol		Konsorsium		Kontrol		Konsorsium		Kontrol		Konsorsium		Kontrol		Konsorsium		Kontrol		Konsorsium	
	GP	KP	GP	KP	GP	KP	GP	KP	GP	KP	GP	KP	GP	KP	GP	KP	GP	KP	GP	KP
Karat Daun, <i>Aecidium mori</i>	4	20	4	20	6	30	3	15	4	20	5	25	7	35	3	15	6	30	3	15
Embun Tepung, <i>Phyllactania sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	0	0	0	0	0	0	2	10
Bercak Daun, <i>Cercospora moricola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hawar Daun Fusarium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Mosaic	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0
MuVBV	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bercak Coklat, <i>Cladosporium Sp</i>	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Batang Hitam, <i>Aspergillus sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bercak Batang Fusarium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hawar Bakteri, <i>Pseudomonas sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Keterangan:

GP = Jumlah tanaman yang menampakkan gejala penyakit

KP = % Kejadian Penyakit

Tabel Lampiran 3.3. Kejadian penyakit pada setiap perlakuan pada 49 minggu setelah perlakuan (MSP).

Jenis Gejala Penyakit	PLOT I				PLOT II				PLOT III				PLOT IV				PLOT V			
	Kontrol		Konsorsium		Kontrol		Konsorsium		Kontrol		Konsorsium		Kontrol		Konsorsium		Kontrol		Konsorsium	
	GP	KP	GP	KP	GP	KP	GP	KP	GP	KP	GP	KP	GP	KP	GP	KP	GP	KP	GP	KP
Karat Daun, <i>Aecidium mori</i>	6	30	4	20	8	40	3	15	8	40	5	15	7	35	3	15	6	30	3	15
Embun Tepung, <i>Phyllactania sp.</i>	0	0	2	10	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	4	20
Bercak Daun, <i>Cercospora moricola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	30
Hawar Daun Fusarium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Mosaic	2	10	0	0	0	0	0	0	1	5	2	10	0	0	0	0	1	5	3	15
MuVBV	2	10	0	0	0	0	0	0	3	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bercak Coklat, <i>Cladosporium Sp</i>	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Batang Hitam, <i>Aspergillus sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0
Bercak Batang Fusarium	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hawar Bakteri, <i>Pseudomonas sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Keterangan:

GP = Jumlah tanaman yang menampakkan gejala penyakit

KP = % Kejadian Penyakit

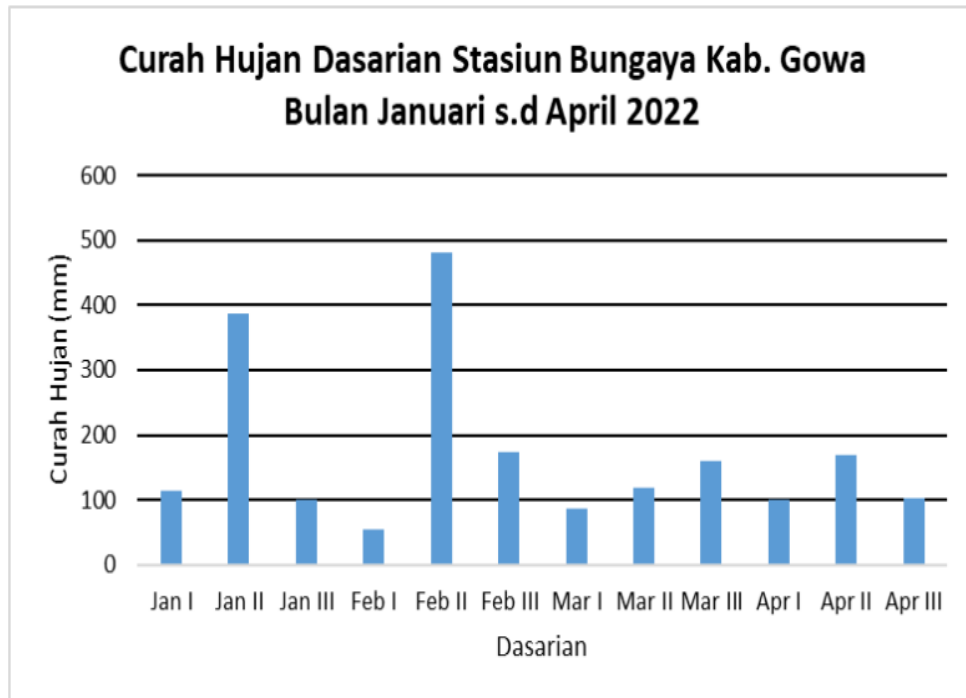
Tabel Lampiran 3.4. Kejadian penyakit pada setiap perlakuan pada 56 minggu setelah perlakuan (MSP).

Jenis Gejala Penyakit	PLOT I				PLOT II				PLOT III				PLOT IV				PLOT V			
	Kontrol		Konsorsium		Kontrol		Konsorsium		Kontrol		Konsorsium		Kontrol		Konsorsium		Kontrol		Konsorsium	
	GP	KP	GP	KP	GP	KP	GP	KP	GP	KP	GP	KP	GP	KP	GP	KP	GP	KP	GP	KP
Karat Daun, <i>Aecidium mori</i>	6	30	4	20	8	40	3	15	8	40	5	25	7	35	3	15	8	40	3	15
Embun Tepung, <i>Phyllactania sp.</i>	0	0	2	10	0	0	0	0	0	0	3	15	0	0	0	0	0	0	4	20
Bercak Daun, <i>Cercospora moricola</i>	0	0	4	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	30
Hawar Daun Fusarium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mosaic	2	10	0	0	0	0	0	0	2	10	2	10	0	0	0	0	0	0	3	10
MuVBV	2	10	0	0	0	0	0	0	3	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bercak Coklat, <i>Cladosporium Sp</i>	2	10	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	3	15	0	0	0	0	0	0
Batang Hitam, <i>Aspergillus sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0
Bercak Batang Fusarium	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hawar Bakteri, <i>Pseudomonas sp.</i>	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0

Keterangan:

GP = Jumlah tanaman yang menampakkan gejala penyakit

KP = % Kejadian Penyakit

LAMPIRAN

Gambar Lampiran 3.1 Data curah hujan Dasarian Stasiun Bunga Kabupaten Gowa Bulan Januari s.d April 2022.



Gambar Lampiran 3.2. Areal pengamatan inventarisasi penyakit tanaman murbei.



Gambar Lampiran 3.3. Membuat medai PDA



Gambar Lampiran 3.4. Mengidentifikasi sampel gejala penyakit di laboratorium.

BAB IV
VIABILITAS ULAT SUTERA DAN KUALITAS KOKON SEBAGAI TITIK
AKHIR UJI PAKAN MURBEI (*Morus indica*) DENGAN APLIKASI
KONSORSIUM RIZOBAKTERI

Silkworm Viability and Cocoon Quality as the end Point of the Mulberry (*Morus indica*) Feed Test from the Rizobacterial Consortium Application

4.1 ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengetahui viabilitas ulat sutera (*Bombyx mori L.*) Ras AB dengan pakan daun murbei hasil aplikasi konsorsium rizobakteria. Penelitian dilaksanakan di Badan Perhutanan Sosial dan Kemitraan Lingkungan Wilayah Sulawesi Desa Bili-Bili Kecamatan Bonto Marannu Kabupaten Gowa, mulai Januari hingga Mei 2022. Hasil pengamatan menunjukkan pakan murbei dengan aplikasi konsorsium rizobakteri mampu meningkatkan viabilitas dan kualitas kokon ulat sutera yaitu efektif menurunkan tingkat mortalitas hingga 89,17%, efektif meningkatkan kemampuan mengokon 11,02-15,45%, meningkatkan persentase kulit kokon hingga 25,44% dan menghasilkan kokon dengan kualitas kelas A.

Keyword: Concoortium, *B. mori*, Rizobakteri, mulberry, sutra

Submit Jurnal International Biodiversitas

4.2 PENDAHULUAN

Serat sutera alam merupakan salah satu hasil hutan non kayu yang perlu ditingkatkan produksinya, sebagai penunjang dalam kegiatan agroindustri. Di Sulawesi Selatan serat sutera alam menjadi salah satu produk agroindustry yang banyak dikembangkan masyarakat (Cholifah, *et all.*, 2012). Pengembangan serat sutera alam yang dijalankan masyarakat Sulawesi Selatan sejak tahun 1950 dan menjadi komoditas prioritas dalam membuka lapangan pekerjaan, meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan mengoptimalkan pendapatan daerah. Produksi serat sutera sangat tergantung pada tanaman murbei (*Morus sp.*) sebagai salah satu pakan ulat sutera (*Bombyx mori*) utama.

Pakan ulat sutera perlu diperhatikan dalam pemeliharaan ulat sutera. Sumber pakan ulat sutera harus selalu tersedia setiap saat ketika larva membutuhkan. Pertumbuhan larva, perkembangan larva dan reproduksinya

tergantung dari kualitas dan kuantitas pakan yang dikonsumsi. Ulat sutera yang memakan daun murbei akan menghasilkan kokon dengan karakter sutera yang berkualitas (Rahasia, 2005 *dalam* Chaniago *et al.*, 2019). Salah satu upaya peningkatan kualitas daun murbei sebagai pakan ulat sutera adalah dengan pemberian pupuk. Pada penelitian ini pemupukan dengan konsorsium rizobakteri.

Penggunaan konsorsium rizobakteri dapat meningkatkan kualitas daun murbei dan ketahanan tanaman murbei terhadap penyakit. Dimana salah satu indikasi kualitas pakan murbei adalah tanaman bebas penyakit. Hasil penelitian Mustaka *et al* (2022) menunjukkan bahwa penggunaan konsorsium rizobakteri dapat meningkatkan ketahanan tanaman murbei di lapangan terhadap penyakit *MuVBV*, *Cladosporium* sp., bercak batang, *Aspergillus* sp., dan *Fusarium*, sp. Konsorsium rizobakteri mampu mengubah bentuk makronutrien esensial tanaman yang tidak tersedia menjadi tersedia untuk diserap tanaman seperti melarutkan fosfat, mengikat nitrogen dan menghasilkan fitohormon (Widyati E., 2013; Liu L., *et al* 2014; Spaepen, 2015).

Kualitas daun murbei sebagai pakan ulat sutera akan menentukan pertumbuhan dan kesehatan ulat sutera serta berpengaruh terhadap kualitas kokon yang dihasilkan sehingga secara langsung maupun tidak langsung akan mempengaruhi kualitas dan kuantitas benang sutera yang dihasilkan (Kumar, *et al* 2014; Andadari 2017; Lis, *et al* 2019). Untuk itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh pakan daun murbei dengan aplikasi konsorsium rizobakteri terhadap viabilitas dan kualitas kokon ulat sutera (*Bombyx mori* L.)

4.3 BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain konsorsium Rizobakteri, ulat sutera Ras AB, media tanam, tanaman murbei *M.indica*, alkohol, kertas minyak, kertas skala, polybag, air, karbol, kaporit 5% dan 10%, kapur.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: mikroskop, timbangan digital, pinset, cangkul, gunting stek, timbangan, ruang pemeliharaan ulat, ember, alat pengokonan (*seriframe*), baskom (untuk disinfeksi tangan), kotak penetasan,

saringan besar, sasag, pisau, sapu ijuk, tup, kertas parafin, kertas koran, alat tulis, lup (kaca pembesar), sandal, termometer.

Metode Penelitian

a. Ulat yang mengokan diletakkan pada seriframe dan kokon dipanen sekitar 5 (lima) hari setelah ulat mengokan.

b. Parameter yang diamati meliputi:

1. Persentase Produksi Kokon Normal

Persentase produksi kokon normal merupakan perbandingan antara berat kokon normal dengan berat kokon seluruhnya. Persentase produksi kokon normal dihiung dengan rumus:

$$\text{Kokon Normal (\%)} = \frac{\text{Berat Kokon Normal (g)}}{\text{Berat Seluruh Kokon (g)}} \times 100$$

2. Bobot Kokon

Bobot kokon merupakan bobot rata-rata dari 30 kokon yang diproduksi.

3. Bobot Kulit Kokon

Bobot kulit kokon merupakan bobot rata-rata dari 30 kokon yang telah dikeluarkan pupanya.

4. Penentuan Kelas Kokon

Dengan menggunakan SNI 7635 Tahun 2011 tentang standar dalam menetapkan persyaratan dan penetapan kokon segar jenis *Bombyx mori* sebagai pedoman pengujian kokon segar di Indonesia.

Tabel 4.1 . Persyaratan Kelas Mutu Kokon Segar

No	Parameter yang Diuji	Satuan	Persyaratan Kelas Mutu			
			A	B	C	D
1	Berat Kokon	g/btr	≥ 2,0	1,7-<2	1,3-<1,7	<1,3
2	Kulit Kokon	%	≥ 23,0	20,0<23,0	17,0-<20	<17
3	Kokon Cacat	%	≤ 2,0	>2,0-5,0	>5,0-8,0	>8,0



Gambar 4. 1. Uji Viabilitas dengan 15 unit perlakuan, masing-masing ssak berisi 50 ulat sutera.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari-Mei 2022 di Balai Perhutanan Sosial dan Kemitraan Lingkungan Wilayah Sulawesi Desa Bili-Bili Kecamatan Bonto Marannu Kabupaten Gowa. Model penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental non factor Rancangan Acak Lengkap dengan lima perlakuan dan masing-masing perlakuan dibuat tiga ulangan setiap ulangan terdiri atas 50 ekor ulat sutera dengan total 750 ekor ulat sutera varietas AB.

Setiap unit percobaan, ditempatkan pada sasag yang berbeda dan diberi pakan sesuai perlakuan. Perlakuan terdiri dari MiCr0 : Tanpa Konsorsium Rizobakteri, MiCr5 : Dengan Konsorsium Rizobakteri konsentrasi 5%, MiCr10 : Dengan Konsorsium Rizobakteri konsentrasi 10%, MiCr15 : Dengan Konsorsium Rizobakteri konsentrasi 15%, MiCr20 : Dengan Konsorsium Rizobakteri konsentrasi 20%. Pemeliharaan dilakukan hingga fase pembentukan pupa.

Parameter pengamatan berupa persentase mortalitas, penambahan bobot larva instar III-V, persentase larva mengokon, persentase kokon cacat, dan persentase kulit kokon.

Analisa Data

Untuk melihat pengaruh perlakuan data hasil pengamatan diolah dengan sidik ragam menggunakan SPSS. Bila hasil dari analisis sidik ragam memperlihatkan pengaruh nyata ($\alpha=0,05$), maka dilakukan uji beda nyata dengan menggunakan uji beda nyata berganda Duncan.

4.4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Mortalitas dan Kemampuan Mengokon

Pengujian pengaruh pemberian pakan daun murbei hasil aplikasi konsorsium Rizobakteri terhadap viabilitas ulat sutera disajikan pada Tabel 2.

Tabel 4.2. Persentase mortalitas ulat sutera dengan pemberian pakan daun murbei *M. indica* hasil aplikasi konsorsium Rizobakteri.

Kode	Perlakuan	% Mortalitas	Efektivitas (%)
MiCr0	Kontrol	12a	0
MiCr5	Konsorsium Rizobakteri 5%	6b	50
MiCr10	Konsorsium Rizobakteri 10%	2cd	83,33
MiCr15	Konsorsium Rizobakteri 15%	2,67cd	77.75
MiCr20	Konsorsium Rizobakteri 20%	1,3d	89.17

Keterangan:

Nilai rata-rata dalam kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf nyata 5%

Hasil uji statistik menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P<0,05$) antara perlakuan pada tingkat mortalitas. Dimana Kontrol, *M. indica* tanpa aplikasi konsorsium rizobakteri (MiCr0) menunjukkan tingkat mortalitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yaitu *M. indica* dengan aplikasi konsorsium rizobakteri.

Mortalitas ulat sutera yang diberikan pakan murbei dengan aplikasi konsorsium rizobakteri memberikan efektivitas 89,17% dalam menekan mortalitas jika dibandingkan dengan kontrol. Berikut tingkat mortalitas berturut-turut dari tinggi ke rendah, kontrol MiCr0 memiliki tingkat mortalitas sebesar 12%, MiCr5 sebesar 6%, MiCr15 sebesar 2,6%, MiCr10 sebesar 2%, dan MiCr20 sebesar 1,3%.



Gambar 4.2. Kondisi ulat sutera yang gagal mengokon.

Tingkat mortalitas sangat mempengaruhi produksi yang dihasilkan dari bibit telur yang dipelihara (Andadari L. dan Irianto RSB., 2011). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan konsorsium rizobakteri pada tanaman murbei efektif menurunkan laju mortalitas hingga 89,17%.

Tabel 4.3. Persentase Kemampuan Larva Mengokon

Kode	Perlakuan	% larva Mengokon	Efektivitas (%)
MiCr0	Kontrol	75a	0
MiCr5	Konsorsium Rizobakteri 5%	78,6b	4,59
MiCr10	Konsorsium Rizobakteri 10%	77,11b	2,74
MiCr15	Konsorsium Rizobakteri 15%	84,29c	11,02
MiCr20	Konsorsium Rizobakteri 20%	88,7d	15,45

Keterangan:

Nilai rata-rata dalam kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf nyata 5%

Pada Tabel 3. Terlihat bahwa kemampuan larva mengokon pada ulat sutera yang diberikan pakan murbei dengan aplikasi konsorsium rizobakteri lebih tinggi (88,70%) dibandingkan kemampuan mengokon ulat sutera dengan pakan murbei tanpa aplikasi konsorsium rizobakteri (75,1%). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan konsorsium rizobakteri efektif meningkatkan kemampuan larva mengokon hingga 11,02%-15,45%.

Laju Bobot Ulat Sutera

Tabel 4.4. Laju Bobot Ulat Sutera dengan pemberian pakan daun murbei *M. indica* hasil aplikasi konsorsium Rizobakteri.

Kode	Perlakuan	Bobot Larva (Instar)		
		III	IV	V
MiCr0	<i>M. indica</i> tanpa Konsorsium Rizobakteri (K)	0,289	0,401	3,194
MiCr5	<i>M. indica</i> aplikasi Konsorsium Rizobakteri 5%	0,326	0,654	3,753
MiCr10	<i>M. indica</i> aplikasi Konsorsium Rizobakteri 10%	0,402	0,843	3,698
MiCr15	<i>M. indica</i> aplikasi Konsorsium Rizobakteri 15%	0,437	0,923	3,872
MiCr20	<i>M. indica</i> aplikasi Konsorsium Rizobakteri 20%	0,467	1,003	3,977

Laju bobot ulat sutera instar III, IV dan V (Tabel 4.) tidak terlihat adanya perbedaan nyata antara yang mengkonsumsi daun murbei yang diberi konsorsium dan tanpa konsorsium. Hal ini dikarenakan ulat sutera dalam pertumbuhannya memerlukan pakan dalam jumlah yang cukup sesuai kebutuhannya yang dimulai pada instar III. larva instar III mengkonsumsi daun murbei digunakan untuk pertumbuhan, larva instar IV mengkonsumsi daun murbei untuk menuju tahap instar selanjutnya dan membutuhkan nutrisi yang baik berupa karbohidrat dan protein untuk menuju tahap instar selanjutnya, sedangkan larva instar V mengkonsumsi daun murbei digunakan untuk cadangan makanan pada saat pengokonan.

Perilaku makan pada ulat sutera merupakan serangkaian stimulus yang berasal dari luar dan dalam. Besarnya daya cerna dipengaruhi oleh berat kering makanan yang dikonsumsi dan berat kering feses yang diekskresikan. Efisiensi

konversi makanan tercerna dipengaruhi oleh penambahan berat badan (Chapman, 1982). Ulat sutera makan atau berhenti makan tergantung pada faktor internal.

Katsumata (1964) mengemukakan bahwa pada setiap instar, mula-mula makanannya sedikit lalu semakin bertambah, sedangkan lamanya waktu yang digunakan larva makin berangsur-angsur menjadi panjang. Banyaknya daun yang dimakan ulat sutera berangsur-angsur bertambah sesuai dengan perkembangan hidupnya.

Menurut Samsijah dan Kasumaputra (1978) *dalam* Chaniago *et all* (2019), kebutuhan utama larva sutera instar III adalah air dan protein. Pada larva sutera IV dan V membutuhkan lebih banyak protein dan karbohidrat terutama untuk pembentukan kelenjar sutera, walaupun pemberian pupuk mampu meningkatkan kadar protein, karbohidrat dan lemak tidak mempengaruhi laju konsumsi larva pada semua instar.

Rustini (2002)) *dalam* Chaniago *et all* (2019), yakni laju pertumbuhan ulat sutera akan meningkat dengan pemberian daun murbei yang dipupuk. Sehingga apabila ulat mengkonsumsi daun tersebut maka akan meningkatkan laju pertumbuhan.

Pemberian konsorsium rizobakteri mampu meningkatkan kemampuan tanaman dalam memfikasi N di lapangan. Konsorsium rizobakteri yang diaplikasikan mengandung rizobakteri yang mampu memfiksasi nitrogen. Sehingga tanaman murbei dapat tumbuh secara optimal. Menurut Samsijah (1992); Shimizu and Tajima (1972) *dalam* Andadari L. dan Irianto RSB (2011) kandungan N akan meningkatkan kandungan protein daun murbei dan protein tersebut sangat diperlukan ulat sutera untuk pembentukan serat sutera.

Kualitas Kokon

Hasil sidik ragam terhadap persentase kulit kokon menunjukkan adanya perbedaan nyata terhadap bobot kokon pada setiap perlakuan. Bobot kokon dengan berat di atas 2 g adalah MiCr20 dan MiCr15 masing-masing seberat 2,23 g dan 2,09 g. Sedangkan MiCr0 sebagai control seberat 1,6 g.

Ulat sutera yang diberi pakan dengan aplikasi konsorsium rizobakteri menunjukkan persentase kulit kokon lebih tinggi yaitu 26,31% pada perlakuan MiCr15 dan 25,44% pada perlakuan MiCr20 sedangkan yang tanpa konsorsium rizobakteri di bawah 20% yaitu hanya sebesar 18,53%.

Tabel 4.5. Kualitas Kokon Ulat Sutera dengan pemberian pakan daun murbei *M. indica* hasil aplikasi konsorsium Rizobakteri.

Kode	Perlakuan	Bobot Kokon (g)	Bobot Kulit Kokon (g)	% Kulit Kokon
MiCr0	<i>M. indica</i> tanpa Konsorsium Rizobakteri (K)	1,63 ^a	0,3 ^a	18,53 ^a
MiCr5	<i>M. indica</i> aplikasi Konsorsium Rizobakteri 5%	1,92 ^b	0,43 ^b	22,61 ^b
MiCr10	<i>M. indica</i> aplikasi Konsorsium Rizobakteri 10%	1,92 ^b	0,47 ^b	24,46 ^b
MiCr15	<i>M. indica</i> aplikasi Konsorsium Rizobakteri 15%	2,09 ^{bc}	0,51 ^b	26,31 ^b
MiCr20	<i>M. indica</i> aplikasi Konsorsium Rizobakteri 20%	2,23 ^c	0,57 ^b	25,44 ^b

Keterangan:

Nilai rata-rata dalam kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf nyata 5%

Persentase kulit kokon ulat sutera yang diberikan pakan murbei dengan aplikasi konsorsium rizobakteri lebih tinggi (25,44%) dibandingkan kulit kokon ulat sutera dengan pakan murbei tanpa aplikasi konsorsium rizobakteri (18,53%). Data tersebut menunjukkan bahwa pakan murbei dengan konsorsium rizobakteri berpengaruh terhadap persentase kulit kokon yang dihasilkan.

Kelas Kualitas Kokon

Paramater Kokon Bobot Kokon dan Persentase Kulit Kokon

Tabel 4.6. Kelas Kualitas Kokon berdasarkan bobot kokon dan % Kulit Kokon

Kode	Bobot Kokon	% Kulit Kokon	Kelas Kokon
MiCr0	1,63	18,53	C
MiCr5	1,92	22,61	B
MiCr10	1,98	24,46	B
MiCr15	2,09	26,31	A
MiCr20	2,23	25,44	A

Keterangan: Berdasarkan SNI 7635 Tahun 2011 tentang standar dalam menetapkan persyaratan dan penetapan kokon segar jenis *Bombyx mori* sebagai pedoman pengujian kokon segar di Indonesia

Menurut Mah (1998) dalam Andadari and Kuntadi (2014) rata-rata bobot kokon hibrid (FI) di daerah tropis berkisar 1,5-2,0 g dimana hal ini menunjukkan hasil penelitian masuk dalam kisaran tersebut. Dimana bobot kokon dengan pakan aplikasi kosnsorsium rizobakteri mencapai bobot kokon >2 g.

Paramater Persentase Kokon Cacat

Tabel 4.7. Kelas Kualitas Kokon berdasarkan % kokon cacat.

Kode	Rata-rata Kokon Normal	Rata-rata Kokon Cacat	% Kokon Cacat	Kelas Kokon
MiCr0	30,33	2,67	8,080	D
MiCr5	34,22	2,67	7,207	C
MiCr10	35	2,33	6,25	C
MiCr15	39,67	1,33	3,25	B
MiCr20	41,33	2	4,61	B

Keterangan: Berdasarkan SNI 7635 Tahun 2011 tentang standar dalam menetapkan persyaratan dan penetapan kokon segar jenis *Bombyx mori* sebagai pedoman pengujian kokon segar di Indonesia

Pembahasan

Hasil pengamatan menunjukkan pakan murbei dengan aplikasi konsorsium rizobakteri mampu meningkatkan viabilitas dan kualitas kokon ulat sutera. Ini berarti aplikasi konsorsium rizobakteri dapat meningkatkan kualitas mutu daun murbei yang dari aspek kandungan nutrisi.

Tumbuhan memiliki hubungan symbiosis dengan mikroorganisme untuk bertahan hidup di ekosistem, interaksi yang terjadi adalah mutualistik (Werner *et al*, 2014; Afzal *et al*. 2019; Firdous *et al*, 2019).

Konsorsium rizobakteri merupakan bakteri-bakteri yang hidup dan berkoloni di daerah rizosfer yang mampu merangsang pertumbuhan tanaman dan berperan sebagai plant growth promotor rhizobacteria (PGPR) (Aiman U,m Sriwijaya B., dan Swasono D.H., 2013; A'Yun K.Q., 2013; Mustaka, 2019). PGPR memiliki kemampuan meningkatkan kesehatan tanaman, menginduksi ketahanan dan toleransi tanaman serta meningkatkan produksi tanaman (Elango *et al*, 2013; Rosier *et al*. 2018; Selviana 2020). Penggunaan PGPR merupakan alternatif untuk mengurangi penggunaan pupuk kimia dan dampaknya terhadap lingkungan (Sudewi *et al*, 2020).

Pakan murbei dengan aplikasi konsorsium rizobakteri mampu menurunkan tingkat mortalitas hingga 1,3%, yang berarti memiliki rendemen pemeliharaan 98,7%. Hal ini menunjukkan mutu kesehatan ulat sutera yang dipelihara baik yang pada akhirnya akan berpengaruh terhadap tingkat produksi kokon yang dihasilkan. Rendemen pemeliharaan yang baik sangat mempengaruhi produksi yang dihasilkan dari tiap satuan jumlah bibit yang dipelihara (Andadari dan Irianto, 2011).

Kualitas dan kuantitas daun murbei berhubungan erat dengan kelangsungan pemeliharaan ulat sutera, pertumbuhan ulat sutera dan kualitas produksi benang sutera (Murthy *et al*., 2013; Nurhaedah M dan Mirnaningsih., 2015; Andadari L, *et al*., 2017).

Kemampuan mengokan merupakan parameter yang penting dievaluasi untuk produktivitas. Kemampuan mengokan menentukan berapa jumlah kokon yang dihasilkan dari tiap satuan jumlah bibit. Aplikasi konsorsium rizobakteri pada pakan murbei mampu meningkatkan kemampuan mengokan ulat sutera hingga 88,7% dengan persentase kulit kokon hingga 25,44%. Gangwar (2010) mengemukakan bahwa tingkat gizi murbei mempengaruhi pertumbuhan ulat yang akhirnya mempengaruhi pertumbuhan ulat, sifat ekonomi seperti hasil kokon, bobot kulit kokon dan persentase sutera dari ulat.

Kelas kualitas kokon ulat sutera yang dihasilkan pada perlakuan pakan murbei dengan aplikasi konsorsium rizobakteri 15% dan 20% adalah kokon dengan kualitas kelas A. Sedangkan Kontrol dengan kualitas kelas C. Kandungan protein dalam daun murbei merupakan bagian dari unit structural dan sumber energi yang diperlukan dalam proses-proses sintesis di tubuh ulat sutera dan erat hubungannya dengan pembentukan serat sutra (Andikarya dan Nunuh, 2002 dalam Anddari 2017).

Serat sutera tersusun oleh asam-asam amino yang kemudian dirakit menjadi fibroin dan serisin di dalam kelenjar sutera. Oleh karena itu kandungan protein yang tinggi akan mempengaruhi kualitas serat yang dihasilkan. Lalfelpuii *et all.* (2014) mengemukakan bahwa daun murbei kaya protein dan asam amino serta ada korelasi yang tinggi antara tingkat protein daun dan efisiensi produksi kokon dan kulit kokon yang sebanding dengan jumlah total murbei daun.

4.5 KESIMPULAN

Hasil pengamatan menunjukkan pakan murbei dengan aplikasi konsorsium rizobakteri mampu meningkatkan viabilitas dan kualitas kokon ulat sutera yaitu efektif menurunkan tingkat mortalitas hingga 89,17%, efektif meningkatkan kemampuan mengokan 11,02-15,45%, meningkatkan persentase kulit kokon hingga 25,44% dan menghasilkan kokon dengan kualitas kelas A.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah mendanai penelitian ini melalui hibah disertasi doctor tahun 2021 dan segenap Pimpinan di Politeknik Pertanian Negeri Pangkep yang telah memberikan kesempatan melaksanakan tugas belajar. Penulis juga berterima kasih kepada segenap pimpinan Sekolah Pascasarjana dan Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin atas dukungan dan kerjasamanya selama penelitian ini dijalankan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afzal I, Shinwari ZK, Sikandar S, dan Shahzad S. 2019. Tanaman bakteri endofit menguntungkan: mekanisme, keragaman, kisaran inang dan penentu genetik. *Mikrobiol Res* 221: 36-49.
- Aiman, U., Sriwijaya B., dan Swasono D.H. 2013. Eksplorasi Mikrobial Rhizosfer Tumbuhan Pantai Potensial sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman. *Prosiding Seminar Nasional UNS. Akselerasi Pembangunan Pertanian menuju Kemandirian Pangan dan Energi*.
- Andadari dan Irianto, RSB. 2011. Pengaruh Pupuk Lambat Larut dan Daun Tanaman Murbei Bermikoriza terhadap Kualitas Kokon Ulat Sutera. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Lain*. Vol. 8 No.2: 119-127.
- Andadari, Lincih, dan Kuntadi. 2014. Perbandingan Hibrid Ulat Sutera (*Bombyx mori* L.) Asal Cina dengan Hibrid Lokal di Sulawesi Selatan. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* 11 (3): 173–83.
- Andadari, L. Minarningsih dan Rosita, D. 2017. Pengaruh jenis murbei terhadap produktivitas kokon dua hibrid ulat sutera *Bombyx mori* L. *Widyariset*. Vol. 3 (2). Hal. 119-130. DOI: <http://dx.doi.org/10.14203/widyariset.2.2.2017.119-130>.
- A'yun, K.Q., Tutung H dan Mintarto M. 2013. Pengaruh Penggunaan Plant Growth Promoting Rhizobacteria terhadap intensitas Tobacco Mosaic Virus (TMV), *Jurnal Hama dan Penyakit Tanaman: I* (1): 47-55.
- Budisantoso H., Sumardjito Z., Nuraeni S. 1994. Pengaruh Pemupukan terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Murbei. *J. Penelitian Hutan* 8 (2):17-20.

- Cholifah N., Widiyaningrum P., dan Indriyanti D.R. 2012. Pertumbuhan, Viabilitas dan Produksi Kokon Ulat Sutera yang diberi Pakan Buatan Berpengawet. *Jurnal Biosaintifika* 4(1) (2012). P 47-52.
- Lalfelpuii, Ruth, Bidyuth Nath Choudhury, G Gurusubramanian, and N Senthil Kumar. 2014. Effect of Different Mulberry Plant Varieties on Growth and Economic Parameters of the Silkworm *Bombyx mori* L in Mizoram. *Science Vision* 14 (1): 34–38.
- Chaniago, MM., Tanjung M., dan Nursal. 2019. Pengaruh kualitas daun murbei (*Morus multicaulis*) terhadap indeks nutrisi ulat sutera *Bombyx mori* L (Lepidoptera: Bombycidae), *Jurnal Online Saintia Biologi*. ISSN 2337-8913.
- Elango R , Parthasarathi R, MegalaS. 2013. Field level studies on the association of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in Gloriosa Superba L. rhizosphere. *Indian Streams Research Journal* 3(10): 1-6.
- Firdous J, Lathif NA, Mona R, dan Muhamad N. 2019. Bakteri endofit dan potensi aplikasinya di bidang pertanian: review. *India J Agric Res* 53 (1): 1-7.
- Kumar V., Kumar D., dan Ram P. (2014). Pengaruh Varietas Murbei terhadap Ulat Sutera, *Bombyx mori* L, Pertumbuhan dan Perkembangan, artikel penelitian. *International Journal of Advanced Research*, 2(3), 921-927.
- Lis N., Supratman T., dan Wildah. 2019. Pengaruh Pemupukan dan Pemangkasan Tanaman Terhadap Produktivitas Daun Murbei Kota Tomohon. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*. Vol 13, No 2 (2019).
- Liu N., Supratman T., dan Wildah. 2019. Auksin dalam Pertumbuhan Tanaman dan Respon Stres. *Phytohormones; Jendela Menuju Aplikasi Metabolisme, Pensiyanlan dan Bioteknologi*. Springer New York. Hal. 1-35.
- Murthy V.N.Y, Ramesh H.L., dan Munirajappa. 2013. Dampak Pemberian Pakan Varietas Murbei Terpilih pada Ulat Sutera (*Bombyx ori* L) melalui Teknik Bioassay untuk Eksploitasi Comercial. *Jurnal Ilmu Pengetahuan Alam Terapan Asia*, Vol 2 No. 4. Page 156-164.
- Mustaka Z., Sahrudin, K dan Ita J. 2019. Uji potensi POH konsorsium rizobakteri sebagai pemicu pertumbuhan tanaman sanseviera. *Jurnal Ilmiah Inovasi*. Vol. 19. No. 1. (2019). DOI: 10.25047/jiii.v19i1.1395.
- Mustaka Z., Baharuddin P, Gemini A., and Melina. 2022. Potential of Rhizobacterial Consortium in Increasing Area and Weight of Mulberry Leaves (*Morus indica*). *Journal Biodiversitas*. Vol 23, Number 3. March. Page 1369-1374.
- Nurhaedah dan Mirnaningsih. 2015. Uji Hibrida *Morus khunpai* dan *M. indica* terhadap Pakan Ulat Sutera. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. Vol. 4.

- Rosier A., Medeiros F.H.V., dan Basir, H.P. 2018. Mendefenisikan Pertumbuhan Tanaman yang Mempromosikan Molekul Rizobakteri dan Jaringan Biokimia dalam Interaksi Tumbuhan-Mikroba yang Menguntungkan. *Jurnal Tanah Tanam*. 428: 35-55.
- Selviana A., 2020. Potensi Rizobakteri sebagai Pupuk Hayati dalam Memacu Pertumbuhan Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L.). *Agrohita Jurnal Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Tapanuli Slatan* Vol. 5 No. 2.
- Setiawan AI dan Fitasari E. 2018. Pengaruh Perbedaan Tiga Jenis Daun Ketela Pohon terhadap Konsumsi dan Konversi Pakan Ulat Sutera *Samia Cynthia*. *Journal of tropical Animal Production*. Vol. 19. No. 1. pp 32-37.
- Spaepen S. 2015. Hormon Tanaman yang Dihasilkan oleh Mikroba. Lugtenberg B. Penerbitan Internasional Springer. Hal 247-256.
- Sudewi S., Ala A., Patandjengi B., Farid, M.BDR., and Rahim A.S. 2020. Penapisan Rencana Pertumbuhan Rizobakteri (PGPR) yo Tingkatkan Pertumbuhan Tanaman Padi Aromatik Lokal. *Jurnal Penelitian Farmasi*. Vo;. 13. Edisi 1. ISSN 0975-2366.
- Werner GDA, Cornwell WK, Sprent JI, Kattge J, dan Kiers ET. 2014. Sebuah inovasi evolusioner tunggal mendorong evolusi mendalam fiksasi N₂ simbiotik di angiospermae. *Nat Komun* 5: 4087.
- Widyati E. 2013. Memahami interaksi tanaman mikroba. *Tekno Hutan Tanaman*. Vol 6 No. 1. 13-20.

LAMPIRAN

Gambar Lampiran 11. Takaran pakan murbei sesuai perkembangan instar ulat sutera..



Gambar Lampiran 12. Menimbang pakan murbei yang telah diberi aplikasi konsorsium rizobakteri



Gambar Lampiran 13. Menimbang bobot tubuh larva di setiap pergantian instar.



Gambar Lampiran 14. Aktivitas makan instar III sesaat setelah pergantian pakan.



Gambar Lampiran 15. Aktivitas larva yang telah berganti kulit dan kulit yang dilepaskan (kutikula).



Gambar Lampiran 16. Viabilitas yang rendah menyebabkan mortalitas larva yang gagal berganti kulit.



Gambar Lampiran 17. Ketidaksempurnaan hormon menyebabkan proses pergantian kulit serangga (moulting) berjalan lambat.



Gambar Lampiran 18. Tubuh yang transparan menjadi ciri bahwa ulat sutera sutera akan memproduksi serat sutera untuk membangun kokonnya.



Gambar Lampiran 19. Ketidaksempurnaan hormon menyebabkan proses pergantian kulit serangga (moulting) berjalan lambat.



Gambar Lampiran 20. Ketidaksempurnaan hormon menyebabkan proses pergantian kulit serangga (moulting) berjalan lambat.

BAB V PEMBAHASAN UMUM

5.1 Pendahuluan

Kualitas serat sutera ditentukan pada perlakuan di setiap tahapan pengembangan sutera. Penelitian yang dilaksanakan mulai Juni 2021 hingga Oktober 2022 berjalan secara berkesinambungan dengan tiga tahap. Tahap pertama untuk mencapai tujuan pertama penelitian yaitu menguji kualitas daun murbei dengan perlakuan konsorsium rizobakteri; tahap kedua untuk mencapai tujuan kedua penelitian yaitu menginventarisasi penyakit tanaman murbei untuk mengukur resistensi tanaman murbei terhadap penyakit; tahap ketiga mencapai tujuan ketiga penelitian yaitu melakukan uji bioassay terhadap ulat sutera dengan perlakuan pakan daun murbei yang telah diaplikasikan konsorsium rizobakteri untuk mengetahui viabilitas dan kualitas kokon ulat sutera dan titik akhir penelitian ini adalah menentukan kelas kokon ulat sutera.

5.1.1 Tanaman Murbei

Pengembangan industri sutera alam tidak akan terlepas dari budidaya tanaman murbei (*Morus* spp.) sebagai pakan ulat sutera. Tanaman murbei tersebar di Indonesia, hampir di seluruh wilayah Indonesia dan terdiri dari beberapa species yaitu *Morus nigra*, *Morus multicaulis*, *Morus australis*, *Morus javanica*, *Morus indicus*, *Morus alba*, *Morus alba* var *macrophylla* dan *Morus bombycis*. Masing-masing jenis murbei di atas memiliki keunggulan tertentu, terutama masa pertumbuhan dan besaran daunnya, tergantung dari tempat atau iklim murbei ditanam. Murbei termasuk marga *Morus* dari keluarga *Moraceae*, ordo *Urticales*, kelas *Dicotyledonae*. Secara umum murbei merupakan pohon, perdu dan semak, serta memiliki getah.

Tanaman murbei (*Morus* sp.) merupakan salah satu jenis tanaman berkayu yang secara alami tumbuh dalam hutan. Tanaman murbei yang tidak dipangkas akan tumbuh membesar seperti tanaman berkayu pada umumnya, pemanfaatan tanaman murbei yang umum dikenal masyarakat masih terbatas pada penggunaan sebagai pakan ulat sutera. Komposisi kandungan dan struktur tanaman murbei baik pada akar, batang/ranting, daun, dan buah memungkinkan untuk dimanfaatkan

sebagai pakan ternak, pangan, obat-obatan, minuman, dan sebagai tanaman konservasi. Namun, hal ini belum banyak diketahui oleh masyarakat, sehingga dapat menjadi peluang yang besar untuk meningkatkan pendapatan petani murbei baik secara langsung maupun tidak langsung (Isnani, 2015).

Genus *Morus* terdiri dari lebih dua puluh spesies dan sekurang-kurangnya terdapat seratus varietas tanaman. Penelitian ini menggunakan jenis *M. indica* dengan keunggulan produktivitas cepat dan tinggi, luas daun yang besar dan mengandung protein yang tinggi serta meningkatkan daya cerna larva di setiap instar. Tersedianya daun murbei yang cukup dengan mutu yang baik merupakan salah satu persyaratan utama untuk menghasilkan kokon berkualitas baik (Pasetriyani, 2012).

Tanaman murbei dalam penelitian ini ditanam secara monokultur tanpa naungan seluas 8 hektar yang dibagi atas 8 blok. Dengan kondisi suhu udara dan kelembaban, tanaman murbei tumbuh sangat baik dengan aplikasi konsorsium rizobakteri yang diberikan. Isnani (2015) mengemukakan bahwa tanaman murbei tumbuh optimal pada ketinggian 400-800 m di atas permukaan laut dengan suhu udara rata-rata 24-28°C dan kelembaban udara antara 65-80%. Kondisi curah hujan optimal bagi tanaman murbei antara 1.500-2.500 mm dan akan tumbuh baik pada daerah yang sepanjang tahun mendapat curah hujan merata. Kondisi tanah optimal bagi tanaman murbei adalah pH antara 6,2-6,8 dengan solum tanah tebal dan tekstur geluh berlempung-geluh serta kondisi drainase yang baik.

Morus indica dapat tumbuh dengan ketinggian mencapai 9 m, percabangannya banyak dan muda, berambut halus, berdaun tunggal, dan letak berselang dan bertangkai dengan panjang 1-4 cm. Helai daun berbentuk bulat telur sampai berbentuk jantung, tepi bergigi, ujung runcing, pangkal tumpul, pertulangan menyirip agak menonjol, hasil pengujian menunjukkan Panjang daun 13-16 cm dan lebar 8-12 cm serta berwarna hijau. Hal ini berbeda dengan jenis murbei lain dimana panjang sekitar 2,5-20 cm, lebar sekitar 1,5-12 cm, dan berwarna hijau (Raina, 2011).

Daun murbei mempunyai kandungan protein dan karbohidrat yang cukup tinggi yaitu sekitar 18-28 % dan mengandung serat kasar yang rendah sekitar

10,57%. Daun 47 murbei mengandung asam askorbat, asam folat, karoten, vitamin B1, pro vitamin D, mineral Si, Fe, Al, Ca, P, K, dan Mg. Tanaman murbei (*Morus sp.*) merupakan pakan sutera (*Bombyx mori L.*) yang produksi serta kualitas daunnya berpengaruh terhadap produksi dan kualitas kokon. Makanan adalah salah satu faktor terpenting yang menentukan sifat fisiologi seperti pergantian kulit dan masa istirahat ulat *Bombyx mori L.*

5.1.2 Ulat Sutera Ras AB

Penelitian ini menggunakan ulat sutera RAS AB. Klasifikasi dan Morfologi Ulat Sutera Ulat sutera pertama kali ditemukan di China. Nama latin ulat sutera adalah *Bombyx mori L.* Klasifikasi (takson) dari ulat sutera:

Taksonomi ulat sutera:

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Hexapoda/Insecta

Subclass : Pterygota

Ordo : Lepidoptera

Subordo : Prenatae

Family : Bombycidae

Genus : Bombyx

Species : *Bombyx mori L.*

Siklus hidup *Bombyx mori L.* ulat sutera mengalami metamorphosis sempurna yaitu perubahan bentuk dengan tahapan dari telur-larva-pupa-imago yang dikenal sebagai kupu-kupu (ngengat)..

5.1.2.1 Telur Ulat Sutera

Jumlah telur yang dihasilkan antara 400 sampai 500 butir. Telur Ulat Sutera RAS AB berbentuk kecil, rata, dan bulat, dilapisi dengan lapisan keras (kulit telur). Ukuran telur 1,2-2 mm. Warna dari telur yang baru ditetaskan adalah putih susu

setelah beberapa saat berubah menjadi putih gading, abu-abu, kecoklatan dan coklat. setelah ditelurkan, warna telur berubah menjadi abu-abu dengan ungu gelap.

Larva yang baru menetas berukuran Panjang 3 mm, diselubungi rambut-rambut halus dan berwarna hitam.

5.1.2.2.Larva Ulat Sutera

Larva ulat sutera terdiri dari lima instar, instar I sampai instar III disebut ulat kecil dan instar IV dan V disebut ulat besar. Umur masing-masing instar ulat sutera AB sebagai berikut: Instar I berkisar antara 3-4 hari; Instar II berkisar antara 2-3 hari; Instar III berkisar antara 3-4 hari; Instar IV berkisar antara 4-5 hari; Instar V berkisar antara 6-7 hari.

Larva ulat sutera berbentuk erusiform, dengan satu kepala yang berkembang baik dan tubuh yang silindrik terdiri dari 13 ruas (3 bagian toraks dan 10 di bagian abdomen). Masing-masing ruas toraks mengandung sepasang tungkai dan ruang abdomen 3-6 dan 10 biasanya mengandung sepasang prolegs. Jenis kelamin larva dapat dibedakan melalui perbedaan ciri kelamin sekunder yang ditunjukkan setelah larva mencapai tahap instar IV dan V.

Bagian tubuh dibagi tiga bagian utama, yaitu kepala, toraks, dan abdomen. Mulut terletak agak ke bawah dan ke depan wajah yang terdiri atas sepasang mandibula dan maxilla dengan labrum dan labium. Mandibula digunakan untuk mengunyah, toraks terdiri atas tiga segmen dengan sepasang spiracle dan tiga pasang spiracle, 4 pasang kaki, sepasang kaki caudal, dan satu caudalhom.

Sama dengan serangga pada umumnya, ulat sutera memiliki eksoskeleton yang kaku, sehingga dapat tumbuh menjadi ukuran yang lebih besar dengan menanggalkan eksoskeleton secara berkala dalam proses yang disebut pergantian kulit (moulting). Proses ini terjadi setiap kali pergantian instar dalam periode perkembangan larva. Sejak moulting pertama, ulat sutera memproduksi kulit baru untuk dirinya untuk menggantikan kulit lamanya. Dalam proses pergantian kulit alat mulut dan caput ikut terlepas. Setelah itu, larva kembali makan, tumbuh dan memasuki instar selanjutnya.

Pada akhir pergantian kulit di instar ke-V, ulat sutera akan membangun kokon untuk melindungi pupa yang akan mengalami fase istirahat sebelum keluar menjadi serangga sutera dewasa (imago) yaitu ngengat sutera.

Ulat sutera membuat kokon pada umumnya selama 2 hari mengokon. Setelah ulat sutera membuat kokon, ulat sutera akan berubah menjadi pupa kurang lebih 5-8 hari.

5.1.2.3 Pupa Ulat Sutera

Tanda-tanda ulat yang akan mengokon adalah nafsu makan berkurang atau berhenti makan sama sekali, tubuh ulat menjadi bening kekuning-kuningan (transparan), cenderung berjalan ke pinggir, dan dari mulut ulat keluar serat sutera. Apabila tanda-tanda tersebut sudah terlihat, maka perlu di ambil tindakan mengumpulkan ulat dan masukkan ke dalam alat pengokonan yang telah disiapkan. dengan cara menaburkan secara merata. Alat pengokonan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Seri frame.

Kokon berwarna putih dan berbentuk elips. Besar kecilnya kokon dipengaruhi oleh viabilitas dan bobot tubuh dari ulat sutera. Segera setelah ecdysis, kutikula pupa menjadi lembut dan berwarna kekuningan, setelah 2 atau 3 hari kutikula menjadi keras dan coklat. Pupa betina dan jantan dengan mudah dapat dibedakan melalui kenampakan morfologinya. Pada betina terdapat sebuah garis silang pada pusat ventral segmen ke-8 dan sebuah genital pada segmen 9. Pada jantan hanya terdapat lubang pada segmen 9.

5.1.2.4. Imago Ulat Sutera

Ngengat keluar dari kokon setelah 6-12 hari mengokon. Imago Tubuh ngengat (imago) dibedakan atas 3 bagian yaitu kepala, toraks, dan abdomen. Kepala terdiri atas antena, mandibula, maxilla, labium, dan labrum. Pada caput terdapat sepasang mata. Antena mempunyai tipe struktur pectinate (menyerupai sisir), berjumlah 35 sampai 40 segmen-segmen kecil. Thoraks terdiri atas 3 segmen, prothoraks,

mesothoraks, dan metathoraks. Pada thoraks, tiap segmennya terdapat sepasang tungkai. Mesothoraks dan metathoraks masing-masing terdapat sepasang sayap. Walaupun memiliki sayap, namun ulat sutera tidak bisa terbang.

Abdomen terdapat 8 segmen untuk jantan dan 7 segmen untuk betina. Segmen terakhir jantan dan betina terdapat modifikasi untuk alat genitalis. Total periode larva dari penetasan hingga mengokon yaitu 25 hingga 30 hari. Sekitar lima atau enam hari setelah ulat mulai membentuk kokon, ulat sutera berubah bentuk di dalam kokon dan menjadi pupa. Segera setelah menjadi pupa, pupa berwarna kuning keputihan dan lembek namun secara bertahap berubah mengeras. Periode pupa menghabiskan waktu 6 hingga 12 hari.

Waktu keluarnya ngengat terjadi di pagi hari. Ngengat membasahi kulit kokon dengan sekresi alkalin dan merusak kokon, mendorong kokon hingga dapat keluar. Ngengat kemudian melebarkan sayap dan mengeringkannya. Ngengat betina kemudian akan membiarkan kelenjar seksual mengembung untuk memikat ngengat Jantan. Dua jam setelah keluar dari pupa, ngengat akan berkopulasi (kawin).

Untuk mendapatkan kualitas telur yang baik, lama kopulasi ngengat harus diperhatikan, tidak lebih dari 4 jam. Satu buah kepompong sutra dapat menghasilkan untaian serat sepanjang 300 meter hingga 900 meter dengan diameter 10 mikrometer (1/1000 milimeter).

5.2 Penguatan Kualitas Daun Murbei sebagai Pakan Ulat Sutera

Pakan ulat sutera merupakan faktor penting dalam pemeliharaan ulat sutera. Sumber pakan harus memiliki nutrisi yang optimum guna mendukung pertumbuhan ulat sutera. Pertumbuhan ulat sutera, perkembangan dan produksi kokonnya tergantung kualitas dan kuantitas pakan yang dikonsumsi.

Salah satu pakan murbei yang banyak dikembangkan di Sulawesi Selatan adalah tanaman murbei. Nursita IW (2008) mengemukakan bahwa daun untuk pakan ulat sutera adalah daun murbei yang mudah dicerna sesuai tingkatan pertumbuhan dan mengandung semua zat yang diperlukan untuk pertumbuhan ulat sutera. Nutrisi

yang terdapat dalam daun murbei yang sangat dibutuhkan dalam pembentukan kulit kokon antara lain protein, karbohidrat, vitamin, air, serta serta garam organik.

Perilaku makan pada ulat sutera dipengaruhi tiga zat perangsang makan yang dijumpai pada daun murbei yaitu, *attractans*, zat-zat perangsang yang menuntun menuju pakan meliputi *sitrat*, *terpinyl asetat*, *linalyl asetat*, *linalool*, β - γ *hexenol*; *billing factors*, zat perangsang untuk menggigit termasuk didalamnya β -sitosol, isoquersitrin atau morin; *swallowing factors*, zat yang membantu proses menelan meliputi selulosa dan kofaktornya adalah sukrosa, inositol, fosfat organik dan silika (Hammamura *et al.* 1962 dalam Cholifah N, 2012).

Selain kandungan nutrisi, bentuk morfologi daun murbei akan mempengaruhi kuantitas dan kualitas sebagai pakan bagi ulat sutera. Ulat sutera mengkonsumsi daun murbei dengan cara mengerik dan menggigit pinggiran daun sehingga bentuk daun yang lebar dan besar sangat baik diberikan.



Gambar 5.1. Blok perlakuan di areal pertanaman murbei di Kabupaten Gowa.

Aplikasi konsorsium rizobakteri terhadap tanaman murbei memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan kualitas daun murbei yaitu meningkatkan laju pertumbuhan tunas sebesar 49,76%, persentase pertumbuhan luas daun sebesar 39,38% dan persentase pertumbuhan bobot daun sebesar 54,54%.

Kemampuan konsorsium rizobakteri dalam optimalisasi panjang tunas adalah karena karakter fisiologi yang dimiliki rizobakteri sebagai *biostimulant* dan *biofertilizer* sekaligus *bioprotectan* bagi tanaman. Hal ini sejalan dengan laporan

hasil penelitian yaitu rizobakteri mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman cabai (Mardiah *et al.*, 2016), *bud chip* pada tanaman tebu (Sulistyoningtyas *et al.*, 2017) dan mengendalikan penyakit antraknose (Wiyono *et al.*, 2019).

Rizobakteri pemacu tumbuh tanaman (RPTT) adalah kelompok bakteri menguntungkan yang agresif mengkolonisasi rizosfer. Rizosfer terletak pada lapisan tanah tipis antara 1-2 mm di sekitar zona perakaran. Aktivitas RPTT memberi keuntungan bagi pertumbuhan tanaman baik secara langsung maupun secara tidak langsung.

Aplikasi konsorsium rizobakteri terhadap stek batang murbei secara konsisten memberikan pengaruh nyata dalam luasan daun tanaman. Efektivitas peningkatan luasan daun melalui aplikasi konsorsium lebih tinggi dibandingkan kontrol. Ini berarti pemberian konsorsium mikroba mampu meningkatkan luas areal daun dua kali lipat dibandingkan kontrol. Hal ini disebabkan adanya sinergisme mikroba dalam konsorsium yang digunakan. Konsorsium merupakan campuran populasi mikroba dalam bentuk komunitas yang mempunyai hubungan kooperatif, komensal dan mutualistik.

Penelitian ini menggunakan konsorsium rizobakteri yang terdiri atas *Lactobacillus*, *Bacillus subtilis*, *Actinomyces*, *Azotobacter*, *Pseudomonas fluorescens* dan *Rhizobium*. Kelompok *Bacillus* spp. dan *Pseudomonas* spp., mampu melarutkan fosfat, sedangkan kelompok *Serratia* spp., selain mampu meningkatkan ketersediaan P juga dapat memfiksasi nitrogen. Isolat *Bacillus* spp. juga dilaporkan mampu mensintesis hormon tumbuh IAA, giberelin dan sitokinin. *P. fluorescens* mampu menghasilkan IAA, giberelin dan sitokinin, demikian pula isolat *Serratia* spp. dilaporkan mampu mensintesis IAA (Mustaka *et al.*, 2019).

Siahaan *et al.* (2013) mengemukakan bahwa penggunaan konsorium mikroba cenderung memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan penggunaan isolat tunggal, karena diharapkan kerja enzim dari tiap jenis mikroba dapat saling melengkapi. Hubungan antara rizobakteri dalam substrat yang mencukupi tidak akan saling mengganggu, tetapi saling bersinergi sehingga menghasilkan efisiensi perombakan yang lebih tinggi dalam pengolahan.

Efektivitas peran konsorsium rizobakteri bagi peningkatan pertumbuhan stek batang, jumlah daun dan luas daun murbei menunjukkan adanya kompatibilitas atau sinergisme dari beberapa rizobakteri yang digunakan. Bakteri bersinergi dan berinteraksi bersama serta berbagi sumber nutrisi yang sama dalam suatu habitat.

Dalam interaksinya rizobakteri sebagai mikroba tanah yang berada di sekitar akar tanaman secara langsung maupun tidak langsung terlibat dalam memacu pertumbuhan serta perkembangan tanaman (Munees dan Mulugeta, 2014). Pengaruh langsung rizobakteri didasarkan atas kemampuannya menyediakan dan memobilisasi atau memfasilitasi penyerapan berbagai unsur hara dalam tanah serta mensintesis dan mengubah konsentrasi berbagai fitohormon pemacu tumbuh. Sedangkan pengaruh tidak langsung berkaitan dengan kemampuan rizobakteri menekan aktivitas patogen dengan cara menghasilkan berbagai senyawa atau metabolit seperti antibiotik dan siderophore (Husein *et al.*, 2016).

5.3 Peningkatan Resistensi Tanaman Murbei Terhadap Penyakit

Tanaman murbei tidak terlepas dari serangan penyakit selama pertumbuhan dan perkembangan. Penyakit-penyakit tersebut disebabkan oleh bakteri, virus, jamur, mikoplasma, actinomycetes, dan kerusakannya meningkat tahun demi tahun. Untuk meningkatkan resistensi tanaman murbei terhadap penyakit berbagai upaya dilakukan. Salah satunya adalah dengan menstimulus pertumbuhan dan metabolisme tanaman melalui pemberian konsorsium rizobakteri.

Konsorsium rizobakteri adalah Kelompok rizobakteri yang memberi keuntungan pada tanaman dikenal dengan rizobakteri pemacu tumbuh tanaman (RPTT). Aplikasi konsorsium rizobakteri sebagai pemicu pertumbuhan tanaman sangat efektif utamanya dalam mengurangi pemakaian senyawa kimia sintetis berlebihan, baik dalam penyediaan hara tanaman (biofertilizer) maupun dalam pengendalian patogen tular tanah (bioprotectan).

Peningkatan pertumbuhan tanaman dengan kehadiran rizobakteri dapat terjadi melalui satu atau lebih mekanisme yang terkait dengan karakter fungsional RPTT. Jenis bakteri yang diidentifikasi sebagai RPTT sebagian besar berasal dari

gram-negatif dengan jumlah strain paling banyak dari genus *Pseudomonas*, genus *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Acetobacter*, *Burkholderia*, dan *Bacillus* (Glick, 1995 dalam Husen *et al.*, 2016).

Pemberian konsorsium rizobakteri merupakan salah satu usaha untuk meningkatkan ketahanan tanaman murbei terhadap patogen. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman murbei sebagai pakan adalah ketersediaan hormon sebagai pemacu pertumbuhan tanaman yang akan menentukan tingkat resistensi tanaman terhadap hama penyakit yang berpengaruh terhadap pertumbuhan, anatomi dan morfologi tanaman.

Aplikasi konsorsium rizobakteri pada blok tanaman murbei sebagai pupuk hayati memberikan pengaruh dalam menekan serangan penyakit dibandingkan dengan blok tanaman murbei tanpa aplikasi konsorsium rizobakteri. Pupuk hayati digunakan sebagai nama kolektif untuk semua kelompok fungsional mikroba tanah yang dapat berfungsi sebagai penyedia hara dalam tanah, sehingga dapat tersedia bagi tanaman.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 4 gejala penyakit yang menyerang pertanaman murbei yang diberi perlakuan konsorsium Rizobakteri yaitu, *Aecidium mori*, *Phyllactinia* sp, *Cercospora moricola*, dan mosaik dan 7 gejala penyakit pada perlakuan tanpa konsorsium Rizobakteri yaitu MuVBV, mosaic, *Aecidium mori*, *Cladosporium* sp., bercak batang, *Aspergillus* sp., dan *Fusarium*, sp.

Kurangnya gejala penyakit yang muncul pada tanaman murbei dengan aplikasi rizobakteri tentunya akan memberikan kualitas daun murbei yang lebih baik sebagai pakan ulat sutera. Rizobakteri merupakan suatu kelompok bakteri yang hidup secara saprofit pada daerah rizosfer dan beberapa jenis diantaranya dapat berperan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dan atau sebagai agens biokontrol terhadap penyakit sehingga mampu meningkatkan hasil tanaman pertanian (Elango, *et al.* 2013)

Serangan penyakit pada daun sutera dapat mempengaruhi kandungan nutrisi daun dan daya cerna ulat sutera. Daya cerna dapat berimplikasi pada kurangnya nafsu makan ulat sutera. Kecernaan yang baik akan melepaskan asam amino lebih

banyak, biosintesis jaringan dan pertumbuhan menjadi lebih giat sehingga penambahan bobot badan relative lebih cepat.

Sokhibova NS, *et all.* (2022) mengemukakan bahwa dalam pemeliharaan ulat sutera, ulat yang mendapatkan pakan daun yang terinfeksi, akan menyebabkan penurunan jumlah kepompong 73-76%, perpanjangan instar kelima dan mutu kokon turun 13-18%.

Ulat sutera yang kurang nafsu makan akan menyebabkan ulat sutera mudah terserang penyakit dan pertumbuhannya menjadi terhambat. Sebaliknya konsumsi pakan yang tinggi adalah indicator keberhasilan pertumbuhan fase larva pada ulat sutera dan meningkatkan berat larva ulat sutera. Berat larva merupakan factor penting yang memberikan kualitas kokon dan pembentukan serat sutera.

Keaktifan makan larva akan memberikan ukuran badan maksimal dalam menyebabkan regangan pada saat pergantian kulit di setiap instarnya. Regangan akan menyebabkan kutikula terdesak dan mengelupas. Pada saat proses pergantian kulit ulat sutera tidak lagi makan, sehingga saat terjadi perombakan sebagian massa badan sangat dibutuhkan energi yang tinggi dan protein yang banyak dalam mensintesisnya.



Gambar 5.2. Ketidak seimbangan hormone dapat menyebabkan ulat sutera gagal berganti kulit. (a) ulat sutera yang berganti kulit sempurna (b) ulat sutera yang mengalami hambatan melepas kutikula (c) ulat sutera yang tidak mampu melepas kutikula.

Energi dan protein akan mempercepat proses perombakan massa badan dan metabolisme untuk pembentukan kutikula baru. Pada fase inilah mortalitas ulat sutera tinggi, dalam penelitian ini banyak ditemukan ulat sutera yang gagal berganti kulit dari instar III ke IV, atau instar IV ke V.

5.4 Pengukuran Viabilitas Ulat Sutera

Viabilitas ulat sutera diukur berdasarkan jumlah ulat sutera yang bertahan hidup selama masa penelitian hingga tahap pembentukan pupa. Hal ini menjadi salah satu parameter dalam pengukuran viabilitas ulat sutera. Parameter yang diukur dalam viabilitas ulat sutera dalam penelitian ini adalah bobot ulat sutera, kemampuan mengokon dan tingkat mortalitas. Hal ini sesuai dengan hasil pengukuran Cholifa *et all.* (2012) bahwa variabel dalam mengukur viabilitas ulat sutera adalah penambahan bobot badan.

Mortalitas merupakan indikator keberhasilan pemeliharaan. Dalam penelitian ini tingkat mortalitas control mencapai 12% sedangkan pada perlakuan pakan dengan aplikasi konsorsium rizobakteri berkisar antara 6-1,3%. Rendahnya mortalitas pada perlakuan pakan dengan aplikasi konsorsium rizobakteri disebabkan oleh kualitas morfologi dan nutrisi daun murbei. Pada kontrol selain luas permukaan daun kurang juga adanya gejala penyakit pada daun seperti mosaic yang disebabkan oleh virus, bercak daun, dan hawar daun. Kehadiran pathogen pada daun murbei sebagai inangnya mempengaruhi metabolit sekunder yang penting dalam menstimulus ulat sutera untuk makan dan mencerna pakannya.

Kecernaan yang kurang baik menyebabkan sedikitnya asam amino yang dilepaskan sehingga mempengaruhi lambatnya biosintesis jaringan dan pertumbuhan yang pada akhirnya menyebabkan penambahan bobot tubuh kurang optimal. Hanya ulat yang berukuran besar dan aktif yang dapat bertahan hidup dan membentuk kokon. Sedangkan ulat yang ukuran tubuhnya kerdil akan mengalami penghambatan proses *moltin* dan tidak akan mencapai fase mengokon.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan bobot badan ulat sutera pada control lebih rendah dari ulat sutera yang diberi pakan hasil konsorsium rizobakteri. Faktor yang mempengaruhi penambahan bobot badan ulat sutera

adalah proses metabolisme energi ulat sutera. Untuk berpindah di setiap instar, ulat sutera akan mengalami fase molting atau pergantian kulit.



Gambar 5.3. Ciri-ciri ulat sutera yang akan berganti kulit.

Ciri-ciri ulat sutera yang akan mengalami pergantian kulit adalah menjadi tidak aktif dan mematung beberap lama. Pada saat pergantian kulit, eksoskeleton atau kulit luar ulat sutera akan keluar bersamaan dengan terlepasnya caput (kepala) dan alat mulut.

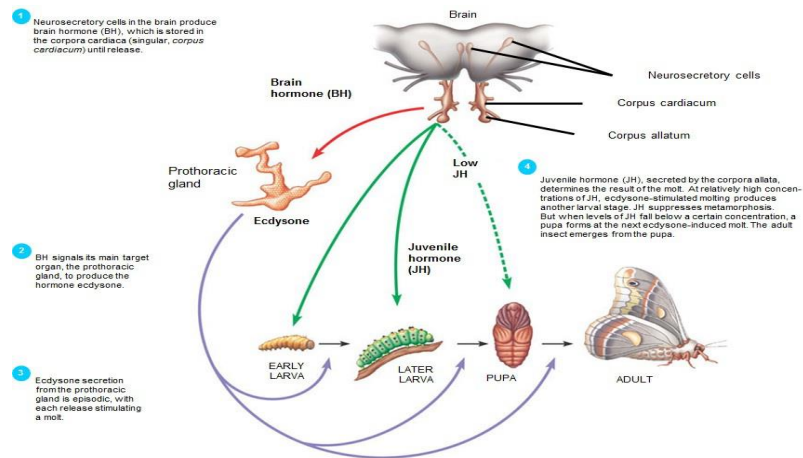
Fase molting dipengaruhi oleh kemampuan mengkonsumsi energi masing-masing individu. Semakin rendah konsumsi protein dan energi, makin memperlambat waktu molting dan memperpanjang masa pembentukan kokon. Proses molting dipengaruhi oleh hormone ekdison dan juvenil yang membutuhkan protein dan energi untuk mensintesisnya.



Gambar 5.4 Alat mulut ulat sutera yang turut terlepas dan terganti pada proses molting.

Hormon ekdison akan disintesis pada saat serangga pra dewasa akan ganti kulit. Cara kerja hormone ini berkaitan langsung dengan hormone lainnya

yaitu: PTHH (*prothoracicotropic hormone*) dan hormone juvenil (JH). Keberadaan juvenil hormone akan menghambat produksi hormone ecdison sehingga larva kan tetap berada pada instar muda.



Gambar 5.5. Proses produksi hormon protorasikotropik.

Proses produksi hormon protorasikotropik yang diproduksi oleh sel-sel neurosekretorik di dalam otak dan merangsang kelenjar-kelenjar protoraks untuk menghasilkan ecdison, yang merangsang apolysis dan mendorong pertumbuhan. Hormon juvenil dihasilkan oleh sel-sel di dalam corpora allata dan menghambat metamorphosis, dan mendorong perkembangan lebih lanjut larva atau nimfa. Adanya stimulasi dari PTHH maka hormone ecdison akan disintesis sehingga kelimpahan hormone ecdison dalam hemolimfa akan menghambat produksi hormone juvenil (JH) dan larva menuju fase pupa (Samsudin 2008 dalam Cholifah *et al.*, 2012)

5.5 Penentuan Kelas Kokon

Hasil akhir dari usaha pemeliharaan ulat sutera adalah kokon. Kokon adalah rumah pupa yang dijalin dari filamen-filamen sutera oleh larva instar akhir. Proses mengokan ulat sutera membutuhkan waktu 3-5 hari. Dalam proses ini tidak semua ulat berhasil membentuk kokon. Beberapa titik kritis yang ditemukan adalah

tingkat viabilitas ulat sutera dalam merajut serat-serat kokon yang dikeluarkan dari mulutnya.

Mutu Kokon Kualitas kokon ditentukan oleh keturunan dari jenis ulat sutera dan keadaan luar seperti keadaan selama pemeliharaan, pengokonan dan lain-lain. Syarat kokon yang baik adalah sehat (tidak cacat), bersih (putih bersih, kuning bersih, atau warnawarna lainnya), bagian dalam (pupa) tidak rusak atau hancur, bagian kulit kokon (lapisan serat-serat sutera) keras dan jika ditekan sedikit berat. Persyaratan mutu kokon segar berdasarkan uji visual meliputi bobot kokon, rasio kulit kokon dan kokon normal. Bobot kokon adalah bobot kokon secara keseluruhan berikut isinya. Kokon yang berisi pupa betina biasanya lebih besar daripada kokon berisi pupa jantan. Pada umumnya bobot kokon adalah 1,5-1,8 g untuk galur murni dan 2,0-2,5 g untuk galur. Hasil produksi kokon per box dianggap baik jika mencapai target, yaitu 30 kg kokon segar. bobot kulit kokon adalah bobot kokon tanpa pupa. Semakin berat kulit kokon maka semakin besar kandungan sutera.

Pada akhir instar V, ciri-ciri ulat sutera yang akan mengokan adalah tubuh yang mulai transparan. Selanjutnya ulat akan terlihat berputar-putar mencari tempat pengokonan. Pada fase ini, ulat dapat dipindahkan pada *seriframe*. Jika telah menemukan tempat yang cocok, ulat akan mulai mengeluarkan serat sutra tipis untuk membuat titik-titik tumpu di setiap sudut dan dalam posisi menggantung akan memutar-mutar tubuhnya Menyusun lapisan demi lapisan serat sutra hingga menyelubungi tubuhnya.



Gambar 5.6. Ciri ulat sutera yang akan mengokon.

Proses mengokan ulat sutera yang dapat berlangsung 3-5 hari sangat ditunjang oleh stamina ulat sutera dan cadangan energi yang disimpan mulai instar III-V. Ini yang menyebabkan ulat sutera sangat rakus pada menjelang pengokonan.

Penelitian menunjukkan jika produksi kokon yang dihasilkan dari persentase larva yang mengokan adalah sebesar 88,7%. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Nursita IW (2008) yang menunjukkan produksi kokon dalam kondisi yang baik dapat mencapai 87,3% hingga 89,7%.

Mutu dan kualitas kokon ditentukan oleh beberapa factor yaitu antara lain sifat keturunan, jenis ulat sutera, keadaan selama pemeliharaan, lingkungan dan kualitas pakan serta metode pemberian pakan.



Gambar 5.7. Lama instar V dan kemampuan mengokan tidak berlangsung seragam.

Penelitian ini menggunakan parameter kemampuan larva mengokan, persentase bobot kokon, persentase kulit kokon, dan persentase kokon cacat dalam menentukan kualitas kelas kokon. Hal ini sejalan dengan pengujian Estetika *et all.* (2018) bahwa peubah yang diamati dalam menentukan kualitas kokon adalah persentase produksi kokon, persentase kokon cacat, berat kokon, berat kulit kokon dan persentase kulit kokon.

Kokon yang dihasilkan dari pemeliharaan ulat sutera sebagian menunjukkan kondisi abnormal atau cacat. Kokon ini dipisahkan karena tidak layak

untuk reeling. Beberapa bentuk kokon cacat yang ditemukan dalam penelitian ini adalah kokon ganda, kokon berlubang, kokon bernoda, kokon ujung tipis dan kokon berlekuk.

Hasil uji bioassay menunjukkan rata-rata persentase kokon normal dengan perlakuan pakan murbei aplikasi konsorsium rizobakteri berkisar 81,99% hingga 87% sedangkan control sebesar 74,75%. Persentase ini lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian Nursita IW (2008) yang mendapatkan rata-rata persentase produksi kokon normal sebesar 95,3% hingga 96,4%.

Rendahnya persentase kokon normal kemungkinan disebabkan karena ulat sutera mendapat beberapa perlakuan selama pengujian seperti penimbangan bobot sehingga proses pengokonan tidak sempurna dalam *seriframe*. Beberapa penyebab bentuk kokon tidak normal adalah kelebihan cairan yang menempel di kokon, waktu panen kurang tepat (Estetika *et al.*, 2018)

Walaupun beberapa kokon cacat namun kokon yang dihasilkan ulat sutera dengan pakan murbei hasil aplikasi konsorsium rizobakteri masuk dalam kualitas kokon kelas A yaitu dengan berat kokon 2,23 g dan persentase kulit kokon 25,44%. Sedangkan kokon yang dihasilkan ulat sutera dengan pakan murbei tanpa aplikasi konsorsium rizobakteri masuk dalam kualitas kokon kelas C yaitu dengan berat kokon 1,63 g dan persentase kulit kokon 18,53%. Kualitas kokon akan menentukan kualitas benang yang dihasilkan.

Berat kulit kokon yang dihasilkan ulat sutera dengan pakan murbei hasil aplikasi konsorsium rizobakteri berkisar 0,43-0,57 g. Hasil penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan data Atmosoedarjo *et al.* (2000) dalam Estetika (2018) yaitu sebesar 0,30-40 g. Hal yang mempengaruhi hal ini salah satunya adalah jumlah dan kualitas pakan yang dikonsumsi.

Pada kontrol berat kulit kokon 0,3% lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Perbedaan ini dipengaruhi oleh kemampuan ulat sutera menimbun protein pembentuk serat sutera selama masa larva, terutama fase instar IV dan V. Kemampuan menimbun nutrisi pada tahap instar akhir akan mempengaruhi bobot kokon.

Persentase kulit kokon yang dihasilkan ulat sutera dengan pakan murbei hasil aplikasi konsorsium rizobakteri berkisar 22,61% hingga 26,31%. Hasil penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan data hasil pengujian Estetika (2018) yaitu sebesar 19,69% dan hasil penelitian Atmosoedarjo at al. (2000) yaitu berkisar 18%-22%. Nursita IW (2008) mengemukakan bahwa nilai persentase kulit kokon erat huungannyahungan persentase filamen kokon.

Persentase kulit kokon adalah salah satu tolak ukur untuk penentuan harga jual kokon. Sampai saat ini yang dianggap grade tertinggi (tingkatan kualitas kokon) adalah persentase kulit kokon sebesar 22%-25%. Besarnya nilai persentase kulit kokon sangat ditentukan oleh berat kokon dan berat kulit kokon. Persentase kulit kokon tersebut dapat menggambarkan persentase serat kasar yang dapat diperoleh dari hasil panen. Persentase kulit kokon tidak dipengaruhi kombinasi pakan. Kokon cacat harus dipisahkan dari kokon normal karena merupakan kokon yang berkualitas rendah. Termasuk kokon cacat misalnya, kokon yang rangkap, kokon berlubang, kokon berbentuk aneh, kokon berbulu, kokon kulit berlapis, kokon berlekuk, kokon berujung tipis, kokon tergecet, dan bentuk kokon yang abnormal

Setiap kokon menghasilkan helaian serat panjang dan halus yang disebut filamen. Serta sutera ini terdiri dari dua bagian, yaitu fibroin dan serisin. Konsumsi pakan yang banyak oleh ulat sutera akan menghasilkan kulit kokon yang tebal yang pada akhirnya akan menentukan panjang filamen yang dihasilkan. Persentase kulit kokon dapat mengindikasikan seberapa banyak filamen yang diperoleh dalam pemintalan.

BAB VI

KESIMPULAN UMUM

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

- (1) Aplikasi konsorsium rizobakteri terhadap respon tanaman murbei memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan kualitas daun murbei dengan tingkat efektifitas penggunaan konsorsium rizobakteri terhadap luas daun murbei sebesar 64,69% dan tingkat efektifitas penggunaan konsorsium rizobakteri terhadap bobot daun sebesar 120%.
- (2) Hasil inventarisasi menunjukkan bahwa terdapat empat gejala penyakit yang menyerang pertanaman murbei yang diberi perlakuan konsorsium Rizobakteri yaitu, *Aecidium mori*, *Phyllactinia* sp, *Cercospora moricola*, dan mosaik dan tujuh gejala penyakit pada perlakuan tanpa konsorsium Rizobakteri yaitu MuVBV, mosaic, *Aecidium mori*, *Cladosporium* sp., bercak batang, *Aspergillus* sp., dan *Fusarium*, sp.
- (3) Meningkatkan viabilitas dan kualitas kokon ulat sutera yaitu menurunkan tingkat mortalitas dengan tingkat efektifitas 89,17%, meningkatkan kemampuan mengokan dengan tingkat efektifitas 11,02-15,45%, meningkatkan persentase kulit kokon hingga 25,44% dan menghasilkan kokon dengan kualitas kelas A.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Uji bioassay terhadap ulat sutera yang dilakukan dengan aplikasi konsorsium rizobakteri dapat dilanjutkan dengan menggunakan perlakuan berbagai varietas *Morus* sp.
2. Konsorsium rizobakteri yang diaplikasikan pada ulat sutera RAS AB dapat diujicobakan pada RAS ulat sutera lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afzal I, Shinwari ZK, Sikandar S, dan Shahzad S. 2019. Tanaman bakteri endofit menguntungkan: mekanisme, keragaman, kisaran inang dan penentu genetik. *Mikrobiol Res* 221: 36-49.
- Ahmad I., dan Husain FM. 2017. Biofilm dalam Kesehatan Tumbuhan dan Tanah. Dalam *Biofilm dalam Kesehatan Tumbuhan dan Tanah*. John Wiley and Sons. New York. DOI: 10.1002/9781119246329.
- Aiman, U., Sriwijaya B., dan Swasono D.H. 2013. Eksplorasi Mikrobial Rhizosfer Tumbuhan Pantai Potensial sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman. Prosiding Seminar Nasional UNS. Akselerasi Pembangunan Pertanian menuju Kemandirian Pangan dan Energi.
- Andadari dan Irianto, RSB. 2011. Pengaruh Pupuk Lambat Larut dan Daun Tanaman Murbei Bermikoriza terhadap Kualitas Kokon Ulat Sutera. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Lain*. Vol. 8 No.2: 119-127.
- Andadari, Lincah, and Kuntadi. 2014. Perbandingan Hibrid Ulat Sutera (*Bombyx mori* L.) Asal Cina dengan Hibrid Lokal di Sulawesi Selatan. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* 11 (3): 173–83.
- Andadari, L. Minarningsih dan Rosita, D. 2017. Pengaruh jenis murbei terhadap produktivitas kokon dua hibrid ulat sutera *Bombyx mori* L. *Widyariset*. Vol. 3 (2). Hal. 119-130. DOI: <http://dx.doi.org/10.14203/widyariset.2.2.2017.119-130>.
- Anindya C.A dan Zulaika E. 2016. Sinergi antara isolat *Azotobacter* dalam konsorsium. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. Vol. %. N0. 2. 2337-3520.
- Arora N.K. 2015. Simbiosis mikroba tumbuhan: Aspek terapan, India: Springer (2015). *Hujan Dasarian*. Stasiun Klimatologi Sulawesi Selatan. Maros.
- A'yun, K.Q., Tutung H dan Mintarto M. 2013. Pengaruh Penggunaan Plant Growth Promoting Rhizobacteria terhadap intensitas Tobacco Mosaic Virus (TMV), *Jurnal Hama dan Penyakit Tanaman: I* (1): 47-55.
- Barumbun dan Maike. 2013. Inventarisasi dan Identifikasi Hama Kutu Putih/Mealybug Pada Tanaman Murbei (*Morus Sp.*) di Balai Persuteraan Alam Bili-Bili. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Bektas Y dan Eulgem T. 2014. Pemicu Pertahanan Tanaman Sintetis DPMP (2,4-dichloro-6-*{(E)-[(3-ethoxyphenyl)imino]methyl}*phenol) Memicu Kekebalan Kuat pada *Arabidopsis thaliana* dan Tomat. *Tanaman Depan Sci* 5:804.
- Bhattacharyya PN, dan Jha DK. 2012. Plant growthpromoting rhizobacteria (PGPR): kemunculan di bidang pertanian. *Dunia J. Mikrobiol. Bioteknologi*. 28:1327–1350.

- Budisantoso H., Sumardjito Z., dan Nuraeni S. 1994. Pengaruh Pemupukan terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Murbei. *J. Penelitian Hutan* 8 (2):17-20.
- Budiyani, N.K., Wirya, G.N.A.S., Sudana, I.M., and Raka, I.G.N (2018). Pemanfaatan Rizobakteri Pelarut Fosfat Dari Tanaman Legum Untuk Peningkatan Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kedelai. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Bioteknologi*. [Online] 7:1
- Busby PE, Soman C, Wagner MR, Friesen ML, Kremer J, Bennett A, Morsy M, Eisen JA, Leach JE, dan Dangl JL. 2017. Prioritas penelitian untuk memanfaatkan mikrobioma tanaman dalam pertanian berkelanjutan. *PLoS Biol* 15:e2001793. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2001793>.
- Cawoy H, Mariutto M, Henry G, Fisher C, Vasilyeva N, Thonart P, Dommes J, Ongena M (2014) Stimulasi pertahanan tanaman oleh isolat alami *Bacillus* bergantung pada produksi surfaktan yang efisien. *Mol Plant-Microbe Interact* *MPMI* 27:87–100.
- Chaniago, MM., Tanjung M., dan Nursal. 2019. Pengaruh kualitas daun murbei (*Morus multicaulis*) terhadap indeks nutrisi ulat sutra *Bombyx mori* L (Lepidoptera: Bombycidae), *Jurnal Online Saintia Biologi*. ISSN 2337-8913.
- Chen, Y, Wang, J, Yang, N, dan Wen, Z. 2018. Wheat microbiome bacteria can reduce virulence of a plant pathogenic fungus by altering histone acetylation. *Nature Communications*, 9, 1–14.
- Cholifah N., Widiyaningrum P., dan Indriyanti D.R. 2012. Pertumbuhan, Viabilitas dan Produksi Kokon Ulat Sutera yang diberi Pakan Buatan Berpengawet. *Jurnal Biosaintifika* 4(1) (2012). P 47-52.
- Deng, Y., dan S.Y.Wang. 2016. Pertumbuhan sinergis pada bakteri bergantung pada kompleksitas substrat. *J Mikrobiol.* (2016) 54(1): 23 -30.
- Dessaux Y, Grandclément C, Faure D (2016) Merekayasa rizosfer. *Tren Tanaman Sci* 21: 266–278.
- Elango R , Parthasarathi R, dan MegalaS. 2013. Field level studies on the association of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in *Gloriosa Superba* L. rhizosphere. *Indian Streams Research Journal* 3(10): 1-6.
- Estetika Y dan Endrawati Y.C. 2018. Produktivitas Ulat Sutera (*Bombyx mori* L.) Ras BS-09 di Daerah Tropis. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. ISSN 2303-2227 eISSN 2615-594X
- Gao, X, Jia, ZQ, Yang, BJ, dan Tan, XL. 2019. First Report of Mulberry Vein Banding Virus Infecting *Pharbitis purpurea* in Yunnan, China. *National Agricultural Library*. Beltsville, United States.

- Firdous J, Lathif NA, Mona R, dan Muhamad N. 2019. Bakteri endofit dan potensi aplikasinya di bidang pertanian: review. *India J Agric Res* 53 (1): 1-7.
- Hartati, 2015. Analisis Fenotip Ulat Sutera (*Bombyx mori* L). Hasil Persilangan Ras Jepang, China dan Rumania. Global-Research and Consulting Institute Makassar. 91 halaman.
- Hartono, H., Nurfitriani, Asnawati, F., Citra, H., Handayani, N.I., dan Junda, M.. 2016. Kemampuan ekskresi amonium, produksi asam asetat indol, dan pelarutan fosfat bakteri fixing nitrogen yang diisolasi dari rizosfer tanaman dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman. *Jurnal Teknik dan Ilmu Terapan ARP* 11(19):11735-11741.
- Heo, JI, Oh, JY dan Lee, DH. 2021. First Report of Leaf Spot Disease Caused by *Cladosporium pseudocladosporioides* on *Morus alba* in South Korea. Institute of Forest Science, Kangwon National University. Seoul. Vol.4. No.2, hh:338-334.
- Isnain, W & Muin, N. 2015. "*Tanaman Murbei*" Sumber Daya Hutan Multimanfaat. Balai Penelitian Kehutanan Makassar. Makassar.
- Iwang, B. dan Sudirman. 2020. Peran Pemerintah Dalam Memajukan Perusahaan Sutera di Sulawesi Selatan, Indonesia. *Kajian Ilmu Sosial Asia Tenggara Peranan Pemerintah dalam Perusahaan Sutera* Vol. 5, No. 1 Tahun 2020, hlm. 103-132, ISSN 0128-0406, e-ISSN 2550-2298.
- Jahuddin, R, Jamila, Awaluddin, dan Suriani. 2018. Eksplorasi Dan Skrining Untuk Mikroba Endopitik Akar Tanaman Jagung Terhadap *Fusarium verticillioides*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. Vol 18 (1).
- Kenneth OC, Nwadike EC, Kalu AU, dan Unah UV. 2019. Plant growthpromoting rhizobacteria (PGPR): agen baru untuk produksi pangan berkelanjutan. *Am J Agric Biol Sci* 14: 35-54
- Kumari, V, Kodandaramaiah, J dan Rajan, MV. 2014. Leaf and Anatomical Traits in Relation to Physiological Characteristics in Mulberry (*Morus* sp.) Cultivars. *Turk J Bot*. Vol. 36:683-689.
- Kumar, V, Kodandaramaiah, J & Rajan, MV. 2012. Leaf and Anatomical Traits in Relation to Physiological Characteristics in Mulberry (*Morus* sp.) Cultivars. *Turk J Bot*. Vol. 36:683-689.
- Kumar V., Kumar D., dan Ram P. 2014. Pengaruh Varietas Murbei terhadap Ulat Sutera, *Bombyx mori* L, Pertumbuhan dan Perkembangan, artikel penelitian. *International Journal of Advanced Research*, 2(3), 921-927.
- Lalfelpuii, Ruth, Bidyuth Nath Choudhury, G Gurusubramanian, and N Senthil Kumar. 2014. Effect of Different Mulberry Plant Varieties on Growth and Economic Parameters of the Silkworm *Bombyx mori* L in Mizoram. *Science Vision* 14 (1): 34–38.

- Lis N., Supratman T., dan Wildah. 2019. Pengaruh Pemupukan dan Pemangkasan Tanaman Terhadap Produktivitas Daun Murbei Kota Tomohon. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*. Vol 13, No 2 (2019).
- Liu L, Guo G, Wang Z, Ji H, Mu F, dan Li X . 2014. Auksin dalam pertumbuhan tanaman dan respons stres. Dalam: Tran L.-S.P., dan Pal S. (eds) *Phytohormones: jendela menuju aplikasi metabolisme, pensinyalan, dan bioteknologi*. Springer New York, hal 1–35.
- Meng, J, Liu, P, Zhu, L, Zou, C, Li, dan Chen, B. 2015. Complete Genome Sequence of Mulberry Vein Banding Associated Virus, a New Tospovirus Infecting Mulberry. *PLoS ONE*. 10(8).
- Majeed, A., Muhammad, Z., dan Ahmad, H. 2018. Bakteri pemacu tumbuh tanaman: berperan dalam perbaikan tanah, pengelolaan stres abiotik dan biotik tanaman. *Laporan Sel Tumbuhan* 37:1599-1609. doi:10.1007/s00299-018-2341-2.
- Meena, V.S., Maurya, BR, dan Verma, J.P. 2014. Apakah mikroorganisme rizosfer meningkatkan ketersediaan K⁺ di tanah pertanian? *Penelitian Mikrobiologi* 169:337-347. doi:10.1016/j.micres.2013.09.003.
- Minarningsih,. 2016. Pertumbuhan Awal Murbei Hibrid Baru pada Jarak Tanam yang Berbeda. *Balai Besar Penelitian Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan. Prosidig Seminar Nasional PPM*: 40-53.
- Munif A, Herliyana EN, dan Pradana AP. 2019. Konsorsium bakteri endofit yang berasal dari akar tanaman kehutanan dan aktivitas nematisidanya terhadap infestasi *Meloidogyne incognita* di rumah kaca. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* 67 (5): 1171-1182.
- Mustaka, Z, Sahrudin, K dan Ita J. 2019. Uji potensi POH konsorsium rizobakteri sebagai pemicu pertumbuhan tanaman sanseviera. *Jurnal Ilmiah Inovasi*. Vol. 19. No. 1. (2019). DOI: 10.25047/jiii.v19i1.1395.
- Mustaka, Z, Patandjengi, B, Alam, G dan Melina. 2022. Potensi konsorsium Rizobakteri dalam peningkatan luas dan bobot daun murbei (*Morus indica*). *Biodiversitas*. Vol. 23 (3).
- Murthy V.N.Y, Ramesh H.L., dan Munirajappa. 2013. Dampak Pemberian Pakan Varietas Murbei Terpilih pada Ulat Sutera (*Bombyx mori* L.) Melalui Teknik Bioassay untuk Eksplotasi Cemercial. *Jurnal Ilmu Pengetahuan Alam dan Terapan Asia*, 2 (4), 156-164.
- Nurhaedah M, Heri S., dan Minarningsih. 2015. Uji Hibrida *Morus khunpai* dan *M. Indica* terhadap Pakan Ulat Sutera. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. Vol. 4. Masalah 2.

- Nurhaedah dan Mirnaningsih. 2015. Uji Hibrida *Morus khunpai* dan *M. indica* terhadap Pakan Ulat Sutera. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. Vol. 4.
- Nursita IW. 2008. Perbandingan Produktivitas Ulat Sutera dari Dua Tempat Pembibitan yang Berbeda pada Kondisi Lingkungan Pemeliharaan Panas. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan* 21 (3):10-17 ISSN: 0852-3581. <http://jiip.ub.ac.id>.
- Oliveira KCLd, Meneses ACd, Silva JM, dan Tavares RLC. 2019. Pengelolaan Biologi *Pratylenchus brachyurus* pada Tanaman Kedelai. *Revista Caatinga* 32 (1): 41-51Fu ZQ, Dong X (2013) Resistensi yang didapat secara sistemik: mengubah infeksi lokal menjadi pertahanan global. *Annu Rev Plant Biol* 64: 839–863.
- Parmar, P., dan Sindhu, S.S. 2013. Pelarutan kalium oleh bakteri rizosfer: pengaruh nutrisi dan kondisi lingkungan. *Jurnal Penelitian Mikrobiologi* 3(1):25-31. doi:10.5923/j.microbiology.20130301.04.
- Pasetriyani. 2012. *Inventarisasi Hama dan Penyakit Tanaman Murbei dan Cara Pengendaliannya*. Universitas Bandung Raya. Bandung.
- Phabiola, trisna A., dan Khalimi. 2012. Pengaruh penerapan formula *Pantoea agglomerans* terhadap aktivitas antioksidan dan kandungan klorofil daun tanaman stroberi. *Jurnal Agrotop II* (2):125-131.
- Prashar P, Kapoor N, dan Sachdeva S. 2013. Rhizosphere: strukturnya, keanekaragaman bakteri dan signifikansinya. *Rev Environ Sci Biotechnol* 13: 63–77.
- Pscheidt, J.W., and Ocamb, C.M. (Senior Eds.). 2022 *Pacific Northwest Plant Disease Management Handbook*. Oregon State University.
- Rahmawati, Puri Siti. 2017. *Penambahan Konsentrasi Bahan Penstabil dan Konsentrasi Sukrosa Terhadap Karakteristik Sorbet Murbei Hitam*. Institutional Repositories and Scientific Journals. Fakultas Teknik Universitas Pasundan. Bandung
- Rosier A., Medeiros F.H.V., dan Bais H.P. 2018. Mendefinisikan Pertumbuhan Tanaman yang Mempromosikan Molekul Rizobakteri dan Jaringan Biokimia dalam Interaksi Tumbuhan-Mikroba yang Menguntungkan. *Tanah Tanam*. 428:35-55.
- Selviana A., 2020. Potensi Rizobakteri Sebagai Pupuk Hayati dalam Memacu Pertumbuhan Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L.). *Agrohita Jurnal Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Tapanuli Selatan*. Vol 5. No.2.
- Setiawan AI dan Fitasari E. 2018. Pengaruh Perbedaan Tiga Jenis Daun Ketela Pohon terhadap Konsumsi dan Konversi Pakan Ulat Sutera *Samia Cynthia*. *Journal of tropical Animal Production*. Vol. 19. No. I. pp 32-37.

- Siahaan, M. Hutapea, dan R. Hasibuan. 2013. Penentuan kondisi optimum suhu dan waktu karbonasi pada pembuatan arang sekam padi. *Jurnal Teknik Kimia USU* (2013) Vol. 2 No.1.
- Sokhibova NS., Khaknazarova UU., Turaeva SD., dan Nuraddinova MJ. 2022. Effect of Mulberry Silkworm Feeding on Diseased Mulberry Leaves on Worm Viability and Cocoon Productivity. *European International Journal of Multidisciplinary Research and Management Studies*. ISSN: 2750-8587 Vol. 01 DOI <https://doi.org/10.55640/eijmrms-02-06-21>.
- Spaepen S. 2015. Hormon Tanaman yang Dihasilkan oleh Mikroba. *Lugtenberg B. Penerbitan Internasional Springer*. Hal 247-256.
- Subramanian S, Souleimanov A, dan Smith DL. 2016. Studi proteomik tentang efek lipo-chitooligosaccharide dan thuricin 17 dalam kondisi tanpa tekanan dan tekanan garam di *Arabidopsis thaliana*. *Ilmu Tanaman Depan* 7:1314.
- Sudewi S., Ala A., Patandjengi B., Farid, M.BDR., and Rahim A.S. 2020. Penapisan Rencana Pertumbuhan Rizobakteri (PGPR) yo Tingkatkan Pertumbuhan Tanaman Padi Aromatik Lokal. *Jurnal Penelitian Farmasi*. Vo;. 13. Edisi 1. ISSN 0975-2366.
- Sukmawati, Ala A., Patandjengi B., dan Gusli S. 2020. Eksplorasi bakteri dari rizosfer Jagung, Kakao dan Lamtoro. *J. Keanekaragaman Hayati* Vol. 21 Nomor. 12. ISSN 1412-033X.
- Thaler JS, Humphrey PT, dan Whiteman NK. 2012. Evolusi crosstalk sinyal jasmonate dan salisilat. *Tren Tanaman Sci* 17: 260–270.
- Timmusk S, Behers L, Muthoni J, Muraya A, dan Aronsson A-C. 2017. Perspektif dan tantangan aplikasi mikroba untuk perbaikan tanaman. *Front Plant Sci* 8 : 49.
- Udvardi M, dan Poole PS. 2013. Transportasi dan metabolisme dalam simbiosis legum-rhizobia. *Annu Rev Plant Biol* 64: 781–805.
- Werner GDA, Cornwell WK, Sprent JI, Kattge J, dan Kiers ET. 2014. Sebuah inovasi evolusioner tunggal mendorong evolusi mendalam fiksasi N₂ simbiotik di angiospermae. *Nat Komun* 5: 4087.
- Widyati E. 2013. Memahami interaksi tanaman mikroba. *Tekno Hutan Tanaman*. Vol 6 No. 1. 13-20.
- Wiesel L, Newton AC, Elliott I, Booty D, Gilroy EM, Birch PRJ, dan Hein I. 2014. Efek molekuler dari pemicu resistensi dari asal biologis dan potensinya untuk perlindungan tanaman. *Front Plant Sci* 5: 655.
- Yulitaasary AT, Asyiah IN, dan Iqbal M. 2017. Isolasi dan identifikasi *Azotobacter* dari rizosfer tanaman kopi (*Coffea canephora*) yang terinfeksi nematoda parasit *Pratylenchus coffeae*. *Saintifika* 19 (2): 13-23. [Bahasa Indonesia]

Zhou C, Guo J, Zhu L, Xiao X, Xie Y, Zhu J, Ma Z, dan Wang J. 2016. *Paenibacillus polymyxa* BFKC01 meningkatkan penyerapan zat besi tanaman melalui sistem akar yang lebih baik dan mekanisme perolehan zat besi yang diaktifkan. *Tumbuhan Physiol Biochem PPB* 105:162–173.

Potential of rhizobacterial consortium in increasing area and weight of mulberry leaves (*Morus indica*)

ZULFITRIANY MUSTAKA¹, BAHARUDDIN PATANDJENGI¹✉, GEMINI ALAM², MELINA¹

¹Department of Pests and Plant Diseases, Faculty of Agriculture, Universitas Hasanuddin. Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10, Makassar 90245, South Sulawesi, Indonesia. Tel.: +62-81343560056, ✉email: baharunhas@yahoo.com

²Faculty of Pharmacy, Universitas Hasanuddin. Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10, Makassar 90245, South Sulawesi, Indonesia

Manuscript received: 18 January 2022. Revision accepted: 20 February 2022

Abstract. Mustaka Z, Patandjengi B, Alam G, Melina. 2022. Potential of rhizobacterial consortium in increasing area and weight of mulberry leaves (*Morus indica*). *Biodiversitas* 23: 1369-1374. Rhizobacteria are a group of bacteria that live saprophytically in the rhizosphere area. Some of them can act as plant growth promoters and as biocontrol agents against diseases to increase crop yields. This study was conducted to find potential of the rhizobacteria consortium in various treatments to increase the area and weight of mulberry (*Morus indica* L.) leaves. Results showed that the rhizobacteria consortium formulation had a significant effect on increasing leaf area and weight. The percentage increase in leaf area in the treatment using the MKR15 rhizobacteria consortium was better at 39.28% (2,800 mm²) when compared to the control MK0t (1,700 mm²), and the percentage increase in MKR15 leaf weight (74.80 g) was 54.54% higher compared to control MK0t (34 g). With these results, it is clear that the rhizobacteria consortium as PGPR affects plant growth and nutrition in a very specific way involving bacterial components that induce plant responses. Molecules of PGPR can affect plants in complex mechanisms, sometimes affecting plant growth and nutrition, and resistance simultaneously.

Keywords: *Bombyx mori*, cocoon, consortium, mulberry, rhizobacteria

INTRODUCTION

The economic value of silkworms in South Sulawesi is quite high and has good prospects for development. The economic prospect of silkworms begins with cocoons that enclose the pupa as a source of silk fiber. South Sulawesi Province is the largest silk producer in Indonesia, with about 90% of the production of silk thread for the whole country. For the government of South Sulawesi, this commodity is a priority and gets the main attention in developing the economy of rural communities, eradicating poverty, and raising their welfare by opening job opportunities through employment, increasing economic growth, and obtaining regional income (Sadapotto et al. 2021).

Silkworm farming in South Sulawesi is an activity that has been practiced by people in South Sulawesi since the 1950s. The availability of extensive land, good weather, and socio-cultural communities support the cultivation of caterpillars. So that this business can be said to be a legacy that has been passed down from generation to generation. The silk company is one of the people's economic activities of South Sulawesi, which is important to be developed through small and medium enterprises (SMEs). This silk is also part of economic life, tradition, and culture (Iwang and Sudirman 2020).

Silkworm farming cannot be separated from the cultivation of mulberry plants. Mulberry plants (*Morus* sp.) are the only food for the *Bombyx mori* L silkworm, and caterpillars fed with mulberry leaves with good nutrition will resist disease and produce better cocoons (Andadari et al. 2017). The availability of mulberry plants that meet in

terms of quality and quantity is one of the determining factors for the continuity of silkworm maintenance (Nurhaedah et al. 2015). The production of mulberry leaves determines the growth and health of the caterpillars and affects the quality of the cocoons produced. So that directly or indirectly will affect the quality and quantity of silk thread produced, in addition to other factors such as caterpillar seeds, methods and means of maintenance, and environmental conditions.

The quality of mulberry leaves is determined by the leaves' surface area and the mulberry leaves' weight. Caterpillars fed mulberry leaves with good nutrition will be more resistant to disease and produce more cocoons. The quality and quantity of mulberry plants as feed greatly affect the growth of silkworms (Murthy et al. 2013). One way to improve the quality of mulberry leaves is by fertilizing them. Mulberry leaves directly affect the quality of the cocoons produced, while the quality is closely influenced by the quality of the cocoons spun (Kumar et al. 2014). Fertilization with organic matter will improve the structure, aeration, and water holding capacity of the soil, regulate soil temperature, and increase the availability of nutrients to maintain growth and encourage additional plant leaf production.

Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) are bacteria that live and colonize in the rhizosphere and can stimulate plant growth. PGPR can improve health and fitness and increase crop yields (Elango et al. 2013; Singh et al. 2013). PGPR availability in the soil is very important in increasing plant growth and production (Selviana 2020). PGPR extracellular products can directly stimulate plant genetic and molecular pathways, leading to increased plant

growth and induction of plant resistance and tolerance (Rosier et al. 2018). Research efforts in developing microbial formulations that can provide benefits to plants and the environment are widely supported by agricultural companies (Dessaux et al. 2016).

This approach can allow the presence of synergistic products to provide benefits and a positive response to the recovery of rapidly changing environmental conditions (Timmusk et al. 2017). The rhizosphere can also act as plant protectors, increase legumes and non-legumes and stimulate plant defenses (Subramanian et al. 2016). PGPR has become an invaluable finding for plant defense that is more effective than synthetic derivatives (Bektas and Eulgem 2014; Wiesel et al. 2014). In connection with the above, this study was intended to examine the potential of the rhizobacteria consortium in improving the quality of mulberry leaves, namely leaf area and weight.

MATERIALS AND METHODS

The research was carried out from June to September 2021 at the Social Forestry and Environmental Partnership Center of South Sulawesi Province, Gowa Regency and the Plant Disease Laboratory, Faculty of Agriculture, Hasanuddin University, Makassar, Indonesia, for the manufacture of a microbial consortium and measurement of plant area and weight.

The materials used in this study were mulberry (*Morus indica* L.), sterilized growing media, a consortium of microbes consisting of *Lactobacillus* sp., *Bacillus subtilis*, *Actinomyces* sp., *Azotobacter* sp., *Bacillus polymyxa*, *Pseudomonas fluorescens*, and *Rhizobium* originating from the plant disease laboratory, Faculty of Agriculture, Hasanuddin University.

The soil used was first sterilized by transferring it in a sterile box and kept at 100°C for 1 hour. Then left it for 1 day and sterilized again in some condition. Then the soil was put into a polybag measuring 35 x 35 cm as much as 5 kg.

Prosedur

The experimental design used was a Randomized Block Design with 5 (five) treatments, namely:

MK0t = Control, without fertilization

MKR5 = 5% rhizobacteria consortium

MKR10 = 10% rhizobacteria consortium

MKR15 = 15% rhizobacteria consortium

MKR20 = 20% rhizobacteria consortium

Each treatment consisted of 10 (ten) replications, so the total was 50 plants. The length of the cuttings used was 30 cm.

Observed parameters: (i) Leaf area increase rate: measurement of leaf area increases every week. (ii) Leaf area of plants: measurement of leaf area by taking the largest leaf. Measurement of leaf area every week. (iii) Plant leaf weight: weigh all the mulberry leaves from each fresh sample plant.

Observations were made from the first day after planting. To see the effect of the treatment, an analysis of

variance was performed on the collected data. If the results of the ANOVA showed a significant effect on the variables being tested, then the data analysis continued to test the average difference of each treatment with Duncan's multiple significant difference test.

RESULT AND DISCUSSION

Mulberry leaf area increase rate per week

Based on observations that have been made on plant growth, it can be seen that there is a significant difference in the treatment using a consortium of rhizobacteria and controls. The comparison of plant growth can be seen in Figure 1.

All treatments applied by the rhizobacteria consortium showed a faster leaf shoot release rate than the control. Plants synthesized all 20 amino acids common to protein synthesis. The main elements of amino acids are carbon, hydrogen, oxygen, and nitrogen. The N compounds transported from roots to shoots and leaves via xylem are nitrates and amino acids. The percentage of nitrate-N in xylem sap depends on the plant species, growth stage, and environmental conditions. A root environment that contains lots of nutrients for plant roots will stimulate plant growth (Elango et al. 2013). The use of PGPR is an alternative to reduce the use of chemical fertilizers and their impact on the environment, improving soil quality and crop productivity (Sudewi et al. 2020). PGPR can be used as a biostimulant, biological fertilizer, and biocontrol agent in increasing plant growth and is an attractive strategy to replace synthetic fertilizers that are environmentally friendly and inexpensive.

Based on the tests that have been carried out, the rhizobacteria consortium treatment has a significant effect on the variables of leaf area and leaf weight. The treatment of the rhizobacteria consortium significantly affected the growth variables of the mulberry plant.



Figure 1. Comparison of the growth of mulberry plants that were applied by (A) the rhizobacteria consortium compared to (B) the control at the observation 1 week after planting

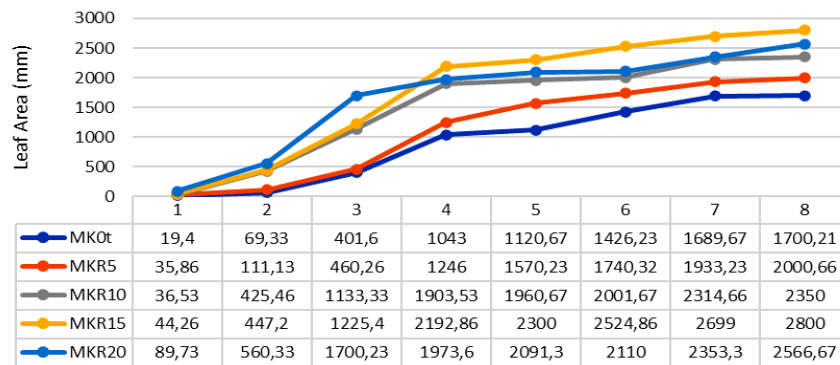


Figure 2. The rate of increase in leaf area of mulberry plants with rhizobacteria consortium treatment for 8 weeks of observation

Figure 2 shows that until the third week of observation, the highest rate of leaf area increase was found in the MKR20 treatment. However, in the fourth week of observation, the rate of leaf area increased from the MKR15 treatment was higher than the other treatments. And this lasted until the eight week observation. This was caused by the interaction of plant roots with the given rhizobacteria. Rhizobacteria is a functional group as a provider of nutrients in the soil, fixing nutrients and facilitating the availability of nutrients in the soil.

The percentage increase in leaf area in the treatment using the MKR15 rhizobacteria consortium when compared to the control was 39.28%. Rhizobacteria applied to the treatment acted as Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR). PGPR is able to produce plant hormones such as auxin, gibberellins and cytokinins as well as phosphate solvents and nitrogen-fixing bacteria converting free nitrogen from the atmosphere into ammonia (Ahmad and Husain 2017; Sukmawati et al. 2020). Nitrogen fixing bacteria that live in the rhizosphere are microorganisms that can increase the availability of N for plants in a non-symbiotic manner. Nitrogen-fixing bacteria also support growth through the production of growth hormones (Haerani et al. 2021)

As a biofertilizer for plants, PGPR is a biological fertilizer capable of providing nutrients for plant growth. Plants can grow optimally and have resistance to pests, diseases, and stresses from the environment. In addition, the mechanism between PGPR and plants can also influence plants to produce exudate around the rhizosphere. Zhou et al. (2016) reported that the mechanism of PGPR in its interaction with plants is to stimulate plants to exudate the metabolites needed by microbes as a producer of nutrients for plants. This mechanism indirectly serves to provide benefits for plants in inviting rhizobacteria as PGPR around the roots.

Mulberry leaf weight

The results of analysis of variance showed significant differences in the value of area and weight of mulberry leaves. Figure 3 shows that the treatment with the rhizobacteria consortium had a higher leaf weight value than the control. More number of leaves and wider leaf area. This is because the rhizobacteria consortium used contains *Lactobacillus*,

B. subtilis, *Actinomyces*, *Azotobacter*, *B. polymyxa*, *P. fluorescens*, and *Rhizobium*.

Bacillus sp. has many potentials that are capable of producing IAA, dissolving phosphate, secreting siderophores, and acting as a biocontrol agent by inducing plant immune systems and producing antibiotics. Prashar et al. (2014) reported that cyclic lipopeptide bacterial antibiotics, especially surfactin, were produced in excess by *Bacillus* spp. *Bacillus* groups are found in the rhizosphere up to 95%. Many *B. subtilis* and *B. amyloliquefaciens* groups produced sufficient surfactin to provide disease protection through ISR (Cawoy et al. 2014).

The Actinomycetes group can also dissolve Fe-P and Al-P. These phosphate solubilizing bacteria also play a role in energy transfer, protein preparation, coenzymes, nucleic acids, and other metabolic compounds that can increase P uptake activity in P-deficient plants.

Azotobacter can stimulate plant growth because of its ability to fix nitrogen, it turns out that these two microbes can also produce growth hormones such as auxins, gibberellins, and cytokinins. Each hormone produced greatly affects the life of the plant. Anindya and Zulaika (2016) reported that the isolates of *Azotobacter* A1b, A3, A6, A9, and A10 isolated from the ITS Eco Urban Farming Land were isolates that had potential as biofertilizers. Hindersah et al. (2018) reported that the application of N-fixing rhizobacteria *Azotobacter* increased growth, thereby reducing the use of NPK fertilizers.



Figure 3. Comparison of mulberry leaf weight in control (MK0t), treatment with 15% rhizobacteria consortium (MKR15), and treatment with 20% rhizobacteria consortium (MKR20)

The rhizobacteria consortium used also contains *Pseudomonas* sp., which is a bacterium capable of fixing N and dissolving P and *Rhizobium* bacteria which are expected to stimulate growth and produce phytohormones. Bhattacharyya and Jha (2012) stated that rhizobacteria inoculation contributed to 20-50% of the total nitrogen requirement of plants from the N₂ fixation process.

Majeed et al. (2018) reported that of the many rhizobacteria, the following genera that have shown potential as biological fertilizers or growth promoters are *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Beijerinckia*, *Derxia*, *Herbaspirillum*, *Burkholderia*, *Gluconacetobacter*, *Enterobacter*, *Bacillus*, *Rahnella*, *Alcaligenes*, *Klebsiella*, *Lysobacter*, and *Paenibacillus*. Several groups of bacteria were reported to fix N and dissolve P, namely *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Serratia*, *Paenibacillus*, and *Micrococcus* (Kenneth et al. 2019).

The use of PGPR has proven to be an environmentally friendly way to increase crop yields by facilitating plant growth. It also reduces production costs and environmental impacts associated with chemical fertilization. Testing the effect of giving a consortium of rhizobacteria on leaf weight is presented in Table 1.

The results of the observations show that mulberry leaf weight has differences in each treatment. The highest leaf weight was Treatment MKR15 with a weight of 74.80 grams, and the lowest was control with a leaf weight of 34.00 grams. This difference was significant where the treatment with the MKR15 rhizobacteria consortium gave an increase in leaf weight of 54.54% higher than the control. This answers the hypothesis that providing a consortium of rhizobacteria can strengthen the quality of mulberry leaves as feed for silkworms.

Discussion

Siahaan et al. (2013) reported that the use of microbial consortia tends to give better results than the use of single isolates because it is expected that the enzyme work of each type of microbe can complement each other in order to survive using the nutrient sources available in the carrier media. The rhizobacteria consortium is a mixture of microbial populations in the form of communities that have cooperative, commensal, and mutualistic relationships. Community members who have a relationship will associate, so that they are more successful in degrading chemical compounds than single isolates.

The rhizobacteria consortium in this case produces a role for plant growth that is in synergy, so that it can support the growth of single isolates and others. Bacterial consortium is a collection of bacteria that work together to form a community, to produce significant products (Arora 2014). The consortium is a combination of several biological agents that are mutually compatible and synergistic. The advantage of a consortium of biologic agents is that the mechanisms are more diverse and mutually supportive (Munif et al. 2019). The relationship between the consortium bacteria in a state of sufficient

substrate will not interfere with each other, but synergize with each other to produce higher reform efficiency during the plant growth process. The mechanism of synergism between isolates in the consortium was due to several factors, including: (i) one member of the genus was able to provide one or more nutritional factors that other members of the genus could not synthesize, (ii) one member of the genus was unable to degrade organic matter. Certain species will depend on members of the genus that are able to provide the results of the degradation of the organic matter, (iii) one member of the genus protects other members of the genus that are sensitive to certain organic materials by reducing the concentration of toxic organic matter by producing specific and non-specific protective factors (Deng and Wang 2016).

Plant growth which includes cell division, cell elongation, cell formation, and the formation of new tissues requires carbohydrates where carbohydrate synthesis is heavily influenced by the ability of plants to carry out photosynthesis. All metabolic processes that occur in plants are influenced by the availability of nutrients. Application of rhizobacteria to mulberry plants consistently increased plant growth. Tuhuteru et al. (2019) reported the results of their research that rhizobacteria played a role in increasing the number of roots and root weight of shallots. This role causes the absorption of roots to be wider and able to reach farther places. So that nutritional needs are met more quickly, and the use of artificial fertilizers can be reduced.

Plants evolve together with microorganisms in a symbiotic relationship to survive in the ecosystem (Werner et al. 2014). The interactions that occur between plants and endophytic bacteria are mutualistic interactions (Afzal et al. 2019; Firdous et al. 2019). The selected *Rhizobium* bacteria stimulated growth and produced phytohormones, namely cytokinins and auxins. Rhizobia mutualism symbiosis in fixing nitrogen for plants, produces auxin as the main regulator of growth, development, plant response to stress, and produces phytohormones (Udvardi and Poole 2013; Liu et al. 2014; Spaepen 2015).

Table 1. The results of the measurement of the potential of rhizobacterial consortium fertilizers in optimizing the quality of mulberry leaves

Code	Treatment	Average Leaf Weight (g)
MK0t	Control	34,00a
MKR5	Rhizobakteria Consortium 5%	54,00b
MKR10	Rhizobakteria Consortium 10%	65,00c
MKR15	Rhizobakteria Consortium 15%	74,80d
MKR20	Rhizobakteria Consortium 20%	68,80c

Note: The rhizobacteria consortium applied at 8 weeks after planting. Value means St Dev from different applications. The same letter in the same column does not differ significantly at the 0,05 level.

Mardiah et al. (2016) reported that the application of rhizobacteria to seeds increased the growth and yield of red chili (*Capsicum annum* L.). The application of rhizobacteria was also able to increase the growth of bud chips in sugarcane (*Saccharum officinarum* L.), increase growth and control anthracnose disease in chili plants (Sulistyoningtyas et al. 2017; Wiyono et al. 2019). Plant interactions with microorganisms play an important role in plant vigor and survival (Busby et al. 2017). Plant phytohormones regulate various developmental stages to coordinate defense responses (Thaler et al. 2012). Phytohormones such as salicylic acid (SA), ethylene (ET), and jasmonic acid (JA) are responsible for plant defense responses such as systemic acquired resistance (SAR) and induced systemic resistance (ISR). SAR is induced by microbial associated molecular patterns (MAMP). When plants recognize the presence of microbial components through compounds such as flagella or chitin, plants will create a line of defense through the membrane pattern recognition receptor (PRR), then MAMP will trigger immunity. If this fails, the next line of defense is effector triggered immunity (ETI), leading to programmed cell death (Fu and Dong 2013). Based on the greenhouse test, six isolates of *Bacillus* sp. can suppress nematode penetration by up to 85% in coffee plants. In addition, two rhizobacteria, namely *Pseudomonas diminuta* and *B. subtilis* isolated from coffee plants can also suppress *Pratylenchus coffeae* populations by up to 50% in arabica coffee plants (Yulitaasary et al. 2017). Biological agents used as biological control generally come from endophytic bacteria and rhizobacteria (Oliveira et al. 2019).

The application of a consortium of rhizobacteria, where one of the bacteria used is a phosphate solvent, which can help the absorption of nutrients by plant roots. One of the physiological characteristics of rhizobacteria related to their role as plant growth promoters is their ability to dissolve phosphate and produce growth hormones (Budiyani et al. 2018; Sugianto et al. 2019; Asria et al. 2020).

Nitrogen, P and K are essential macronutrients for plant growth and increased production. However, it is not freely available to plants (Meena et al. 2014). The largest reservoir of N is in the form of atmospheric N (78%), but in a biological form it is not available to plants (Ali 2016). Phosphorus in soil is present as P in solution, insoluble organic P and insoluble inorganic P. The availability of phosphate in the soil is low because it binds to iron, aluminum and calcium as insoluble P. The concentration of dissolved K in the soil is very low (1% to 2%) because K is mainly present as insoluble rock, silicate minerals, and other deposits (Parmar and Sindhu 2013). Rhizobacteria are able to convert forms that are not available to those that are available for plant absorption (Meena et al. 2014). Phosphate is indispensable in the metabolic process of plants, among others, to stimulate plant growth, root development, fruit growth, improve quality and strengthen resistance to pests and diseases (Handayani et al. 2019). Bacteria that have the ability to dissolve P have the potential as biological fertilizers (Pudjiwati et al. 2019).

The conclusion was that the percentage increase in leaf area in the treatment using the MKR15 rhizobacteria

consortium was better at 39.28% (2,800 mm²) when compared to the control MK0t (1,700 mm²) and the percentage increase in leaf weight MKR15 (74.80 g) reached 54.54% higher than the control MK0t (34 g). With these results, it is clear that the rhizobacteria consortium as PGPR affects plant growth and nutrition in a specific way involving bacterial components that induce plant responses. Molecules of PGPR can affect plants in complex mechanisms, sometimes affecting plant growth and nutrition and resistance simultaneously.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was funded by a doctoral dissertation grant from the Ministry of Higher Education of the Republic of Indonesia in 2021. The authors also thank the Department of Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Hasanuddin University and the Center for Social Forestry and Environmental Partnerships of South Sulawesi Province, Indonesia for their cooperation during this research.

REFERENCES

- Afzal I, Shinwari ZK, Sikandar S, Shahzad S. 2019. Plant beneficial endophytic bacteria: mechanisms, diversity, host range and genetic determinants. *Microbiol Res* 221: 36-49. DOI: 10.1016/j.micres.2019.02.001.
- Ahmad I, Husain FM. 2017. Biofilms in Plant and Soil Health. In *Biofilms in Plant and Soil Health*. John Wiley and Sons, New York. DOI: 10.1002/9781119246329.
- Ali A. 2016. Ability of ammonium excretion, indol acetic acid production, and phosphate solubilization of nitrogen-fixing bacteria isolated from crop rhizosphere and their effect on plant growth. *ARPN J Eng Appl Sci* 11 (19): 11735-11741.
- Andadari L, Minarningsih RD. 2017. Effect of mulberry species on cocoon productivity of two silkworm hybrids *Bombyx mori* L. *Widyariset J* 3 (2): 119-130. DOI: 10.14203/widyariset.2.2.2017.119-130.
- Anindya CA, Zulaika E. 2016. Synergism between Azotobacter isolates in the consortium. *Jurnal Sains dan Seni ITS* 5 (2): 2337-3520. [Indonesian]
- Arora NK. 2015. *Plant microbes symbiosis: Applied facets*. Springer, India. DOI: 10.1007/978-81-322-2068-8.
- Asria Y, Hereri AI, Syamsuddin S. 2020. Efektivitas daya hambat rizobakteri terhadap patogen *Fusarium oxysporum* secara in vitro dan pengaruhnya terhadap pembibitan tanaman terung (*Solanum melongena* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian* 5 (1): 51-60. [Indonesian]
- Bektas Y, Eulgem T. 2014. The synthetic plant defense elicitors DPMP (2,4-dichloro-6-((E)-(3-ethoxyphenyl)imino)methyl)phenol) triggers strong immunity in *Arabidopsis thaliana* and tomato. *Front Plant Sci* 5: 804. DOI: 10.1038/srep29554.
- Budiyani NK, Wirya GN, Sudana IM, Raka IG. 2018. Pemanfaatan rizobakteri pelarut fosfat dari tanaman legum untuk peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. *J Agric Sci Biotechnol* 7 (1): 223-226. [Indonesian]
- Bhattacharyya PN, Jha DK. 2012. Plant growthpromoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. *World J Microbiol Biotechnol* 28: 1327-1350. DOI: 10.1007/s11274-011-0979-9.
- Busby PE, Soman C, Wagner MR, Friesen ML, Kremer J, Bennett A, Morsy M, Eisen JA, Leach JE, Dangl JL. 2017. Research priorities for harnessing plant microbiomes in sustainable agriculture. *PLoS Biol* 15: e2001793. DOI: 10.1371/journal.pbio.2001793.
- Cawoy H, Mariutto M, Henry G, Fisher C, Vasilyeva N, Thonart P, Dommes J, Ongena M. 2014. Plant defense stimulation by natural isolates of *Bacillus* depends on efficient surfactin production. *Mol*

- Plant-Microb Interact 27 (2): 87-100. DOI: 10.1094/MPMI-09-13-0262-R.
- Deng YJ, Wang SY. 2016. Synergistic growth in bacteria depends on substrate complexity. *J Microbiol* 54 (1): 23-30. DOI: 10.1007/s12275-016-5461-9.
- Dessaux Y, Grandclément C, Faure D. 2016. Engineering the rhizosphere. *Trends Plant Sci* 21: 266-278. DOI: 10.1016/j.tplants.2016.01.002.
- Elango R, Parthasarathi R, Megala S. 2013. Field level studies on the association of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in *Gloriosa superba* L. rhizosphere. *Indian Streams Res J* 3 (10): 1-6.
- Firdous J, Lathif NA, Mona R, Muhamad N. 2019. Endophytic bacteria and their potential application in agriculture: a review. *Indian J Agric Res* 53 (1): 1-7.
- Fu ZQ, Dong X. 2013. Systemic acquired resistance: turning local infection into global defense. *Annu Rev Plant Biol* 64: 839-863. DOI: 10.1146/annurev-arplant-042811-105606.
- Haerani N, SYAM'UN EL, Rasyid B, Haring F. 2021. Isolation and characterization of nitrogen-fixing and GA3 producing bacteria from rice rhizosphere of rainfed rice field in South Sulawesi, Indonesia. *Plant Cell Biotechnol Mol Biol* 250-256. DOI: 10.13057/biodiv/d220506.
- Handayani N, Sujuti H, Permatasari N, Rudijanto A. 2019. Niacin Regulates Glucose Reactive Protein (GRP78), Protein Carbonyl Content (PCC) and Malondialdehyde (MDA) in the hyperglycemic human lens epithelial cells. *Pharmacognosy J* 11 (1). DOI: 10.5530/pj.2019.1.2.
- Hindersah R, Kalay M, Talahaturuson A, Lakburlawal Y. 2018. Nitrogen fixing bacteria *Azotobacter* as biofertilizer and biocontrol in long bean. *Agric* 30 (1): 25-32. DOI: 10.24246/agric.2018.v30.i1.p25-32.
- Iwang B, Sudirman. 2020. The role of the government in promoting the silk company in South Sulawesi, Indonesia. *Southeast Asian Social Science Review Peranan Pemerintah dalam Perusahaan Sutera* 5 (1): 103-132. [Indonesian]
- Kenneth OC, Nwadike EC, Kalu AU, Unah UV. 2019. Plant growthpromoting rhizobacteria (PGPR): a novel agent for sustainable food production. *Am J Agric Biol Sci* 14: 35-54. DOI: 10.3844/ajabssp.2019.35.54.
- Kumar V, Kumar D, Ram P. 2014. Varietal influence of mulberry on silkworm, *Bombyx mori* L, growth and development, research article. *Intl J Adv Res* 2 (3): 921-927.
- Liu L, Guo G, Wang Z, Ji H, Mu F, Li X. 2014. Auxin in plant growth and stress responses. In: Tran L-SP, Pal S. (eds) *Phytohormones: a window to metabolism, signaling and biotechnological applications*. Springer, New York. DOI: 10.1007/978-1-4939-0491-4_1.
- Majeed A, Muhammad Z, Ahmad H. 2018. Plant growth promoting bacteria: role in soil improvement, abiotic and biotic stress management of crops. *Plant Cell Rep* 37: 1599-1609. DOI: 10.1007/s00299-018-2341-2.
- Mardiah M, Syamsuddin S, Efendi E. 2016. Perlakuan benih menggunakan rizobakteri pemacu pertumbuhan terhadap pertumbuhan vegetatif dan hasil tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Floratek* 11 (1): 25-35. [Indonesian]
- Meena VS, Maurya BR, Verma JP. 2014. Does a rhizospheric microorganism enhance K⁺ availability in agricultural soils? *Microbiol Res* 169: 337-347. DOI: 10.1016/j.micres.2013.09.003.
- Munif A, Herliyana EN, Pradana AP. 2019. Endophytic bacterial consortium originated from forestry plant roots and their nematicidal activity against *Meloidogyne incognita* infestation in greenhouse. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* 67 (5): 1171-1182. DOI: 10.11118/actaun201967051171.
- Murthy VNY, Ramesh HL, Munirajappa. 2013. Impact of feeding selected mulberry varieties on silkworm (*Bombyx mori* L.) through bioassay technique for commercial exploitation. *Asian J Nat Appl Sci* 2 (4): 156-164.
- Nurhaedah M, Heri S, Minarningsih. 2015. Test of *Morus khunpai* and *M. Indica* hybrid towards silkworm feed. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea* 4 (2). DOI: 10.18330/jwallacea.2015.vol4iss2pp137-145. [Indonesian]
- Oliveira KCLd, Meneses ACd, Silva JM, Tavares RLC. 2019. Biological management of *Pratylenchus brachyurus* in soybean crops. *Revista Caatinga* 32 (1): 41-51. DOI: 10.1590/1983-21252019v32n105rc.
- Parmar P, Sindhu SS. 2013. Potassium solubilization by rhizosphere bacteria: Influence of nutritional and environmental conditions. *J Microbiol Res* 3 (1): 25-31. DOI: 10.5923/j.microbiology.20130301.04.
- Prashar P, Kapoor N, Sachdeva S. 2014. Rhizosphere: its structure, bacterial diversity and significance. *Rev Environ Sci Biotechnol* 13: 63-77. DOI: 10.1007/s11157-013-9317-z.
- Pudjiwati EH, Zahara S, Sartika D. 2019. Isolasi dan karakterisasi rizobakteri yang berpotensi sebagai agen pemacu pertumbuhan tanaman. *Jurnal Borneo Sainstek* 2 (2): 01-10. DOI: 10.35334/borneo_sainstek.v2i2.1084. [Indonesian]
- Rosier A, Medeiros FH, Bais HP. 2018. Defining plant growth promoting rhizobacteria molecular and biochemical network in beneficial plant-microbe interactions. *Plant Soil* 428: 35-55. DOI: 10.1007/s11104-018-3679-5.
- Sadapotto A, Palulungan L, Mahyuddin R, Alif KS, Sirimorok, Parenreng. 2021. Report on the Study of the Silk Commodity Value Chain in South Sulawesi. *Bappedalitbangda South Sulawesi*. ISBN: 979-979-716-129-3. [Indonesian]
- Selviana A. 2020. Potensi rizobakteri sebagai biofertilizer dalam memacu pertumbuhan tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.). *Agrohita Jurnal Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Tapanuli Selatan* 5 (2): 155-167. [Indonesian]
- Siahaan, Hutapea M, Hasibuan R. 2013. Determination of the optimum conditions for carbonation temperature and time in the manufacture of charcoal from rice husks. *Jurnal Teknik Kimia USU* 2 (1). [Indonesian]
- Singh RK, Malik N, Singh S. 2013. Impact of rhizobial inoculation and nitrogen utilization in plant growth promotion of maize (*Zea mays* L.). *Nusantara Bioscience* 5: 8-14. DOI: 10.13057/nusbiosci/n050102.
- Spaepen S. 2015. Plant hormones produced by microbes. In: Lugtenberg B. (eds) *Principles of plant-microbe interactions*. Springer International Publishing, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-08575-3_26.
- Subramanian S, Souleimanov A, Smith DL. 2016. Proteomic studies on the effects of lipo-chitooligosaccharide and thuricin 17 under unstressed and salt stressed conditions in *Arabidopsis thaliana*. *Front Plant Sci* 7: 1314. DOI: 10.3389/fpls.2016.01314.
- Sudewi S, Ala AM, Patandjengi BA, BDR M, Rahim AB. 2020. Screening of Plant Growth Promotion Rhizobacteria (PGPR) yo increase local aromatic rice plant growth. *J Pharm Res* 13 (1): 0975-2366. DOI: 10.31838/ijpr/2021.13.01.151
- Sugianto NA, Newman C, Macdonald DW, Buesching CD. 2019. Heterochrony of puberty in the European badger (*Meles meles*) can be explained by growth rate and group-size: Evidence for two endocrinological phenotypes. *Plos One* 14 (3): e0203910. DOI: 10.1371/journal.pone.0203910.
- Sukmawati, Ala A, Patandjengi B, Gusli S. 2020. Exploring bacteria from the rhizosphere of maize, coca and lamtoro. *Biodiversitas* 21 (12). DOI: 10.13057/biodiv/d211224.
- Sulistyoningtyas ME, Roviq M, Wardiyati T. 2017. Pengaruh pemberian PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) pada pertumbuhan bud chip tebu (*Saccharum officinarum* L.). [Doctoral Dissertation]. Brawijaya University, Malang. [Indonesian]
- Thaler JS, Humphrey PT, Whiteman NK. 2012. Evolution of jasmonate and salicylate signal crosstalk. *Trends Plant Sci* 17: 260-270. DOI: 10.1016/j.tplants.2012.02.010.
- Timmusk S, Behers L, Muthoni J, Muraya A, Aronsson A-C. 2017. Perspectives and challenges of microbial application for crop improvement. *Front Plant Sci* 8: 49. DOI: 10.3389/fpls.2017.00049.
- Tuhuteru S, Sulistyarningsih E, Wibowo A. 2019. Aplikasi plant growth promoting rhizobacteria dalam meningkatkan produktivitas bawang merah di lahan pasir pantai. *Jurnal Agronomi Indonesia* 47 (1): 53-60. DOI: 10.24831/jai.v47i1.22271. [Indonesian]
- Udvardi M, Poole PS. 2013. Transport and metabolism in legume-rhizobia symbioses. *Annu Rev Plant Biol* 64: 781-805. DOI: 10.1146/annurev-arplant-050312-120235.
- Werner GDA, Cornwell WK, Sprent JI, Kattge J, Kiers ET. 2014. A single evolutionary innovation drives the deep evolution of symbiotic N₂-fixation in angiosperms. *Nat Commun* 5: 4087. DOI: 10.1038/ncomms5087.
- Wiesel L, Newton AC, Elliott I, Booty D, Gilroy EM, Birch PRJ, Hein I. 2014. Molecular effects of resistance elicitors from biological origin and their potential for crop protection. *Front Plant Sci* 5: 655. DOI: 10.3389/fpls.2014.00655.
- Wiyono S, Amalia R, Surahman M. 2019. Interaksi plant growth promoting rhizobacteria dosis pemupukan P dalam memacu pertumbuhan dan mengendalikn penyakit antraknosa pada cabai

- merah. *Comm Horti* J 1 (1): 18-24. DOI: 10.29244/chj.1.1.18-24. [Indonesian]
- Yulitaasary AT, Asyiah IN, Iqbal M. 2017. Isolation and identification of *Azotobacter* from the rhizosphere of coffee plants (*Coffea canephora*) infected with parasitic nematodes *Pratylenchus coffeae*. *Saintifika* 19 (2): 13-23. [Indonesian]
- Zhou C, Guo J, Zhu L, Xiao X, Xie Y, Zhu J, Ma Z, Wang J. 2016. *Paenibacillus polymyxa* BFKC01 enhances plant iron absorption via improved root systems and activated iron acquisition mechanisms. *Plant Physiol Biochem* 105: 162-173. DOI: 10.1016/j.plaphy.2016.04.025.

Inventory of Disease Symptoms in Mulberry Plants with and without Rhizobacteria Consortium Treatment

Zulfitriany Mustaka*¹ Baharuddin Patandjengi*¹, Melina¹, Gemini Alam²

¹ Dept. of Agriculture, Hasanuddin University

² Dept. of Pharmacy, Hasanuddin University

*Corresponding email: zulfitrimustaka@yahoo.com, baharunhas@yahoo.com

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the types of disease symptoms found in mulberry plants with and without Rhizobacteria Consortium treatment. The research was conducted in February-May 2022 at the Center for Social Forestry and Environmental Partnerships of South Sulawesi Province. Sampling was carried out in 2 blocks, one block with rhizobacteria consortium treatment and one block without rhizobacteria treatment. Each observation block is assigned 5 sampling plots with a diagonal system. Sampling was carried out every two weeks for two months by systematic random sampling. The results showed that there were 4 disease symptoms that attacked mulberry plantations treated with the rhizobacteria consortium, namely, leaf rust (*Aecidium mori*), powdery mildew (*Phyllactinia* sp.), leaf spot (*Cercospora moricola*), and mosaic and 7 disease symptoms in the treatment without the rhizobacteria consortium, namely MuVBV, mosaic, leaf rust (*Aecidium mori*), brown spot (*Cladosporium* sp.), stem blight (*Fusarium* sp.), black stem (*Aspergillus* sp.), and leaf blight (*Fusarium* sp.).

Keywords: Consortium, pathogen, rhizobacteria, mulberry, leaf.

INTRODUCTION

The success of silkworm cultivation is highly dependent on the condition of the mulberry plant used as the main feed for silkworms. This will certainly have a major effect on the number and quality of cocoons produced (Barumbun, 2013).

Mulberry plants are a source of food for silkworms, therefore it is very important to pay attention to factors that can affect the level of mulberry leaf production. One of the factors that affect the level of mulberry leaf production is the attack of plant disease pathogens. The decline in the quality of mulberry leaves results in a decrease in leaf quality caused by pathogen attacks (Minarningsih, 2016).

Damage to mulberry leaves due to disease causes leaf yield loss of about 12-25% either due to decreased nutritional value or defoliation. Damage to mulberry leaves caused by various factors such as disease has a negative impact on the quality of the silk produced. Feeding these low-quality leaves has a negative impact on the growth of silkworms (Kumari et al, 2014).

One of the steps to increase disease resistance is to stimulate the growth of mulberry plants through fertilization of rhizobacteria consortium. Rhizobacteria are the most efficient competitor microbes in promoting plant growth. Increased plant growth in the presence of rhizobacteria can occur through one or more mechanisms related to the functional character of RPTT plant growth promoting rhizobacteria. The types of bacteria identified as RPTT were mostly gram-negative with the highest number of strains from the genus *Pseudomonas*, genus *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Acetobacter*, *Burkholderia*, and *Bacillus* (Pscheidt et al, 2022).

The rhizobacteria consortium is a group of rhizobacteria that benefit plants known as (RPTT). The application of the rhizobacteria consortium as a plant growth trigger is very

effective, especially in reducing the excessive use of synthetic chemical compounds, both in the supply of plant nutrients and in controlling pathogens (Mustaka et al, 2019).

Based on this, to determine the effect of the rhizobacteria consortium in triggering plant growth and resistance to disease, this study was carried out to inventory disease symptoms in mulberry plants with and or without rhizobacteria consortia.

MATERIALS AND METHODS

The research was conducted in February-May 2022 at the Center for Social Forestry and Environmental Partnerships of South Sulawesi Province. Sampling was carried out in 2 blocks, one block treated with rhizobacteria consortium (Block I) and one block without rhizobacteria treatment (Block II).

The tools used are petri dishes, aluminum foil, plastic wrap, ose needles, digital scales, microscope, measuring cup, spoid, dropper, oven, spoon, stirring rod, bunsen, erlenmayer, sprayer, laminar air flow, autoclave, paper, and paper stationery. The materials used included symptomatic parts of the mulberry plant, agar, sugar, potatoes, aquadest, envelope paper, cotton, and 70% alcohol.

1. Field Observation

The area of each block is taken as 20% of the existing area. Each block of observation locations has 5 plots with an area of each $(20 \text{ m} \times 10 \text{ m}) = 500 \text{ m}^2$. Sampling was carried out every two weeks for 2 months by systematic random sampling.

In one observation plot there were 16-18 plants on a monoculture cropping pattern and were one month old after pruning. Observations and data collection were carried out on observation plots by census by observing all mulberry plants in each observation plot. The observed parameters are; symptoms of diseases that attack mulberry plants, disease distribution and isolation of main disease symptoms in mulberry plants

The diseased plant parts are stored in each paper envelope to maintain moisture, then the type of disease will be brought to the laboratory for identification

2. Laboratory Observation

Plants that are attacked and have symptoms of disease in the field are brought to the laboratory for isolation of pathogens from diseased plant tissues. How to isolate pathogens from symptomatic or diseased plant tissue, cut and then sterilized using aquadest and alcohol. After that, the symptomatic pieces were put into a petri dish containing PDA media and then incubated for 5×24 hours.

Characterization was carried out through macroscopic observations by looking at the color and growth rate of the fungus, and microscopic observations by looking at macronidia, micronidia, or chlamydiospores of fungi. Colony morphology was observed after purification of the isolates using PDA media. Observations were made under a microscope by taking a small number of colonies from the media and then placing them on an object glass and adding 1 drop of aquadest, the preparations were then covered with deg glass. Identification is done using a disease diagnosis book.

RESULT AND DISCUSSION

Based on observations of disease symptoms in the field on mulberry plants at BPSKL Bili-Bili and Pakatto, there were eight symptoms of disease on leaves and three symptoms of disease on stems caused by fungal, bacterial and viral pathogens. Symptoms found in diseased plant leaves can be seen in Figure 1.

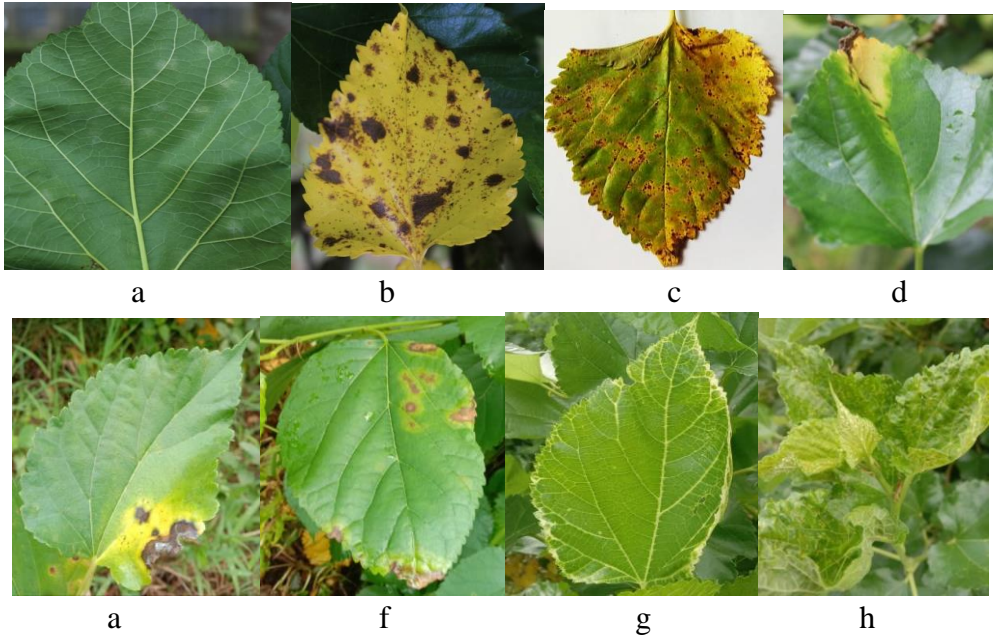


Figure 1. Symptoms found in diseased plant leaves a. powdery mildew b. brown leaf spot, c. leaf rust, d. leaf blight, e. leaf spot, f. bacterial leaf blight, g. Yellow Net Veins and h. mosaics.

Symptoms found in diseased plant stems can be seen in Figure 2.

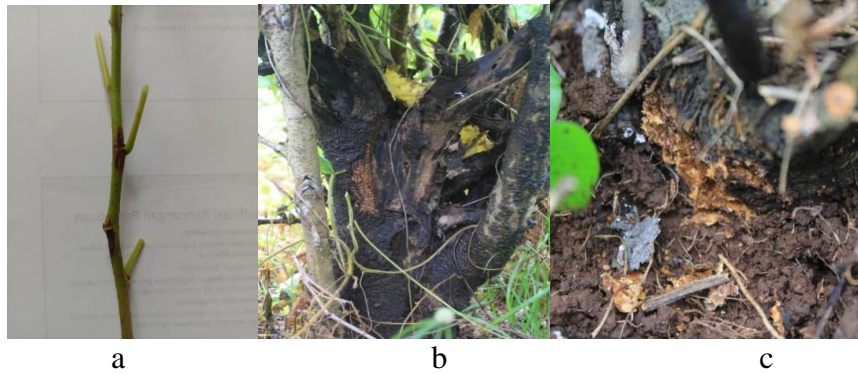


Figure 2. Symptoms found in diseased plant stems, a. stem spot, b. black stem disease and c. violet root rot.

Based on the results of observations, there are differences in disease attacks that are spread across the location block at each observation, the distribution of diseases found in these blocks can be seen in Table 1.

Table 1. Distribution of mulberry plant diseases in each observation.

Blok	Observation (day)			
	35	42	49	56
I	- <i>Aecidium mori</i> , Leaf rust	- Leaf rust <i>Phyllactinia</i> , sp. powdery mildew - <i>Fusarium</i> sp, - Leaf blight	- Leaf rust <i>Phyllactinia</i> , sp. powdery mildew - <i>Cercospora moricola</i> , - Leaf spot - Leaf blight - Mosaic	- Leaf rust - <i>Phyllactinia</i> , sp. powdery mildew - Leaf spot - Mosaic
	- <i>Mulberry Vein Banding Virus</i> , - MuVBV <i>Aecidium mori</i> , Leaf rust	- MuVBV - Leaf rust Mosaic - <i>Cladosporium</i> sp., Leaf brown - Leaf blight	- MuVBV - Leaf rust - Mosaic - Leaf brown Black rod - Leaf blight - <i>Aspergillus</i> , sp. Bercak batang	- MuVBV - Mosaic - Leaf brown Black rod - Leaf blight - Leaf rust - Stem blight

Fertilization is one of the efforts to increase the resistance of mulberry plants to PATHOGENS (Mustaka et al, 2022). Factors that affect the growth process of mulberry plants as feed is the availability of hormones as plant growth promoters which will determine the level of plant resistance to pests and diseases that affect plant growth, anatomy and morphology.

The application of the rhizobacteria consortium on the mulberry plant block as a biological fertilizer has an effect on suppressing disease attacks compared to the mulberry plant block without the application of the rhizobacteria consortium. Biofertilizers are used as a collective name for all functional groups of soil microbes that can serve as providers of nutrients in the soil, making them available to plants. The lack of disease symptoms that

appear on mulberry plants with the application of rhizobacteria will certainly provide better quality of mulberry leaves as feed for silkworms. Quality feed will indicate the quality of cocoons and silkworms produced.

Based on the results of the inventory of disease symptoms, there are differences in the distribution of disease symptoms between the observation blocks with and without the application of the rhizobacteria consortium. This is caused by several factors, including soil, weather and the application of the given rhizobacteria consortium. The application of the rhizobacteria consortium as a plant growth trigger is very effective, especially in reducing the excessive use of synthetic chemical compounds, both biofertilizers and bioprotectants (Mustaka, 2019). The rhizobacteria consortium is an inoculant with an active ingredient of living organisms that functions to bind certain nutrients or facilitate the availability of nutrients in the soil for plants. Facilitating the availability of these nutrients can take place through increasing plant access to nutrients, for example by arbuscular mycorrhizal fungi, dissolution by phosphate solubilizing microbes, as well as overhaul by fungi, actinomycetes or earthworms.

Rhizobacteria are a group of bacteria that live saprophyteically in the rhizosphere area and several types of them can act as plant growth promoters and or as biocontrol agents against diseases so as to increase agricultural crop yields (Elango, et al. 2013)

In the block with the application of the rhizobacteria consortium on the 35th day of observation after pruning, only leaf rust was found, while in the block without the rhizobacteria consortium there were 2 symptoms of the disease, namely MuVBV and leaf rust. With the increase in the number of leaves and shoots, the symptoms of the disease became more diverse as shown in Table 2. There were symptoms of the disease that appeared in the two observation blocks, namely leaf rust and mosaic disease.

Symptoms of Leaf Rust Disease, *Aecidium mori*

Based on observations made, leaf rust disease is the most common disease affecting mulberry plants, especially old plants. Symptoms caused by the appearance of brown spots on the leaf blade, the infected part of the old leaf will slowly turn yellow and fall.

Symptoms of leaf rust begin with many eruption lesions in the form of circular pinheads of brown to black color on the leaf surface. Affected leaves turn yellow and wilt when the disease becomes severe, this is in line with Ramalingam, (2019) that an attack by *Aecidium mori* causes brown spots to appear on the upper surface of infected leaves.

Leaf rust disease was found in each observation block, starting at 35 days after pruning until 56 days of observation. This disease is transmitted through the air spread by uredospores through water droplets and wind currents. Weather conditions at the time of the study can be categorized as diverse which supports the development of this disease because leaf rust disease can attack in the rainy season and dry season. It is contained in Baiyewu, 2015 that the symptoms of the disease occur in the dry season and the rainy season.

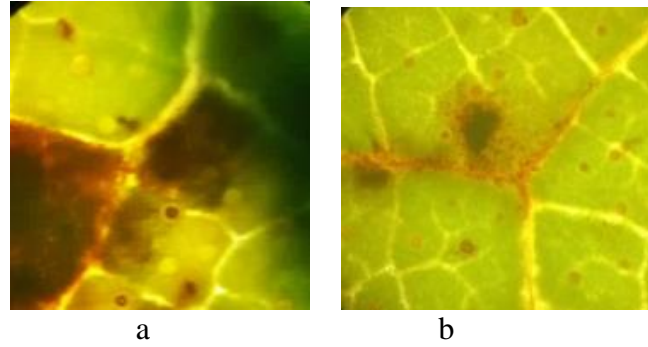


Figure 3. Observing the symptoms in the microscope a) Symptoms of leaf rust that attacks the leaf bones b) Symptoms of leaf rust that attacks the leaf blade Symptoms of Leaf Rust Disease, *Aecidium mori*.

Based on the symptoms of the disease found, the changes in the leaf blades that shriveled showed symptoms of a mosaic, slowly turning into striped and smaller leaf sizes, in addition to the formation of chlorosis symptoms in the area of the old leaf margins and shoots. In the leaf, vectors were found that gathered under the leaf blade. The attack was very severe, especially in the shoot area of the plant, where aphids were found at the bottom as vectors of mosaic disease. This is in line with Marei, (2014) that this disease is caused by a virus with symptoms of mosaic, yellowing and malformations on the leaves of mulberry plants (*Morus sp.*)



Figure 4. Symptoms of infected leaves

Mosaic Disease is caused by the mosaic virus, only seen during the rainy season in moderate conditions. Observations of the rainfall and mealybug population in the planted area showed that the mealybug population on mulberry plants was affected by rainfall in the field. Mosaic disease was found at the 42nd observation after pruning in the block without the application of the rhizobacteria consortium and the 49th observation in the block with the rhizobacteria consortium application. Rainfall conditions that occurred in the Bontomarannu area, Gowa were of low intensity which supported the development of mealybugs, namely 180 mm/dasarian in the 49th observation and lower at the end of early March with an intensity of 90 mm/dasarian.



Figure 5. The mealybug (*Phenacoccus manihoti*) as a vector of mosaic disease Leaf Blight and Stem Spot Disease

Leaf blight was found in the 42nd and 49th observations in the block with the rhizobacteria consortium but the attack gradually decreased until it disappeared at the 56th observation. It was different from the treatment without the rhizobacteria consortium where the leaf blight actually developed with the growth of dense mulberry leaves.

The ability of mulberry plants to suppress leaf blight is influenced by the role of the rhizobacteria consortium as Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR). Microbes as PGPR are able to produce plant hormones such as auxin, gibberellins and cytokinins, as phosphate solvents and nitrogen fixation. The group of *Pseudomonas* sp. and *Bacillus* sp. can release organic acids, such as formic, acetic and lactic acid which are dissolving phosphate forms that are difficult to dissolve into forms available to plants (Mustaka, 2022).

Based on observations made, blight also attacks mulberry plants. Similar pathogens were found in two infected organs, namely leaves and stems. Early symptoms that appear in leaf blight include browning/blackening of the leaf tips or leaf edges. Later symptoms showed that the entire leaf surface experienced chlorosis and fell off. The blight that attacks the leaves has the characteristics of a brown leaf tip drying out and attacking from the edge of the leaf. Affected leaves remain attached to the stem, but in advanced symptoms the leaves will fall if the attack gets worse.

Gao et al, (2019) that plants infected with *Fusarium* sp. It is characterized by a change in the color of the oldest leaves, i.e., leaves close to the ground turn yellowish.

Fungal pathogens develop faster in humid weather conditions (Heo et al, 2021), at the time of observation according to BMKG Region IV the weather conditions are at the peak of the rainy season with forest rainfall reaching a very high intensity of 180-480 mm/dasarian. This is in accordance with Chen et al, (2018) that this disease attacks with a peak in the rainy season and causes yield losses of 5-8% with a positive and significant relationship between air temperature and conidia density and disease development. One of the ways to spread spores is by means of a water splash mechanism.

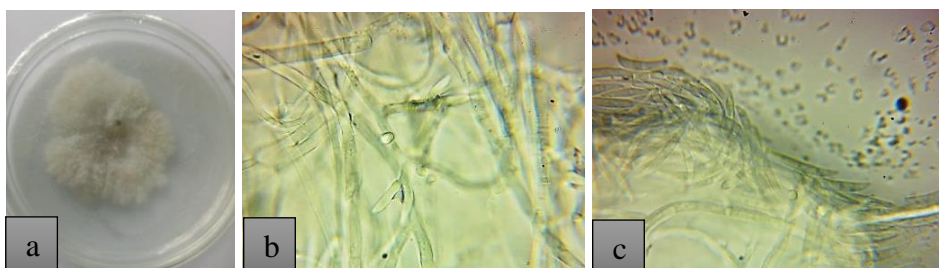


Figure 6. Fungi seven days after incubation a) Isolate D7; b) Conidia; c) Macronidia/Spora

The results of isolates of plant parts infected with the fungus *Fusarium* sp. grown on PDA media incubated for 7 days showed characteristic appearance of white colonies with mycelium shaped like a flower (Isolate D4). The results of the microscopic identification observations showed conidia with a magnification of 100× showing macronidia resembling

a crescent moon, macronidia consisting of 3-5 cells with curved and tapered ends. This is in accordance with Wallace (2007) that the main characteristic to identify *Fusarium* is the presence of macronidia formed from sporodokia.

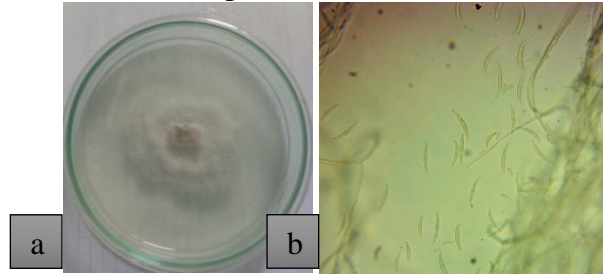


Figure 7. Fungi seven days after incubation a) isolate B1; b) macronidia/spores

Based on the observations that have been made, there are brown spots on the affected stems, the epidermis of the stem is broken up to the endodermis. This is in line with Chen et al, (2018) and Jahuddin et al, (2018) that blight disease is caused by *Fusarium* sp. with symptoms namely the appearance of dark brown spots on infected twigs, shrinkage of the cortex, cracked skin, yellowing and leaf fall before maturity are the main characteristic symptoms of this disease.

MuVBV Disease (Mulberry Vein Comparison Virus/Tospo Virus)

Symptoms of Mulberry Vein Banding Virus disease were only found in mulberry plant blocks without a consortium of rhizobacteria. This is due to the mulberry plant block with the application of rhizobacteria, the plant is able to increase the growth rate in the presence of biological fertilizers. The rate of primary metabolism runs perfectly so that it triggers plant resistance to whitefly puncture as a MuVBV vector. In soil health, the rhizobacteria consortium is analogous to being a cook in the soil. As a cook, these microbes carry out various nutrient cycles in the soil so that plants can absorb nutrients more efficiently and the sustainability of the soil as a medium for plant growth can be utilized optimally by plants.

Based on observations that have been made, chlorosis symptoms appear in the area of old leaf margins and leaf veins, while on the affected shoots, overall chlorosis symptoms appear on the leaf blade. On the underside of the leaves, whitefly vectors were found which were suspected as vectors of this disease. Symptoms of necrosis in the leaf veins, chlorotic ring spots, and leaf deformation can be observed in the field on diseased plants. In Meng, (2015) that this disease is caused by the Tospovirus pathogen that infects mulberry.

Viral diseases have been one of the factors limiting the yield and quality of mulberry. MuVBV disease as one of the diseases carried by whitefly vectors, the vector can be observed at the study site from the first to the last observation in block II. The results of observations on the whitefly population showed that in addition to mulberry plants, whitefly can also live on other plants around chili plants.

Observations on rainfall and whitefly populations conducted in the planting area showed that whitefly populations on chili plants were affected by rainfall in the field. The rainfall that occurs in the Bontomarannu area, Gowa is with the highest monthly rainfall of 450 mm/dasarian and the lowest rainfall occurring in early February with an intensity of 50 mm/dasarian (BMKG, 2022). Rainfall that occurs in the field in the Liwa area can be seen in Figure 8.



Figure 8. Whitefly (*Bemisia tabacci*) as a vector of MuVBV (Mulberry Vein Banding Virus/Tospo Virus) disease.

Fertility conditions and nutrient availability greatly affect the diversity of diseases found, so the results showed that the use of rhizobacteria consortia was very good in improving the quality of disease-free mulberry leaves.

Quality mulberry plants are a source of nutrition for silkworms. Quality mulberry leaves will increase the caterpillar's resistance to disease and of course will increase the cocoon production by 20% more (Mustaka, 2022).

CONCLUSION

The results showed that there were 4 symptoms of disease that attacked mulberry plantations treated with the rhizobacteria consortium, namely, *Aecidium mori*, *Phyllactinia* sp, *Cercospora moricola*, and mosaic and 7 symptoms of disease in the treatment without the rhizobacteria consortium namely MuVBV, mosaic, *Aecidium mori*, *Cladosporium* sp. , stem blight, *Aspergillus* sp., and *Fusarium*, sp.

REFERENS

- Meteorology, Climatology and Geophysics Agency Region IV Makassar. 2022. Dasarian Rainfall Data. South Sulawesi Climatology Station. Maros.
- Barumbun, Maiké. 2013. Inventory and Identification of Mealybug Pests on Mulberry Plants (*Morus* Sp.) at the Bili-Bili Natural Silk Center. Hasanuddin University. Makassar.
- Chen, Y, Wang, J, Yang, N, & Wen, Z. 2018. Wheat microbiome bacteria can reduce virulence of a plant pathogenic fungus by altering histone acetylation. *Nature Communications*, 9, 1–14.
- Elango R, Parthasarathi R, MegalaS. 2013. Field level studies on the association of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in *Gloriosa Superba* L. rhizosphere. *Indian Streams Research Journal* 3(10): 1-6.
- Gao, X, Jia, ZQ, Yang, BJ, Tan, XL. 2019. First Report of Mulberry Vein Comparison of Virus Infecting *Pharbitis purpurea* in Yunnan, China. National Agricultural Library. Beltsville, United States.
- Heo, JI, Oh, JY & Lee, DH. 2021. First Report of Leaf Spot Disease Caused by *Cladosporium pseudocladosporioides* on *Morus alba* in South Korea. Institute of Forest Science, Kangwon National University. Seoul. Vol.4. No.2, hh:338-334.
- Jahuddin, R, Jamila, Awaluddin, & Suriani. 2018. Exploration and Screening for Corn Root Endopitotic Microbes Against *Fusarium verticillioides*. *Journal of Tropical Plant Pests and Diseases*. Vol 18 (1).

- Meng, J, Liu, P, Zhu, L, Zou, C, Li, J1 & Chen, B. 2015. Complete Genome Sequence of Mulberry Vein Banding Associated Virus, a New Tospovirus Infecting Mulberry. PLOS ONE. 10(8).
- Mustaka, Z, Sahrudin, K and Ita J. 2019. Test the potential of POH consortium rhizobacteria as a trigger for plant growth Sansevieria. Scientific Journal of Innovation. Vol. 19. No. 1. (2019). DOI: 10.25047/jiiii.v19i1.1395.
- Mustaka, Z, Patandjengi, B, Alam, G & Melina. 2022. Potential of the rhizobacteria consortium in increasing the area and weight of mulberry (*Morus indica*) leaves. Biodiversity. Vol. 23 (3).
- Kumari, V, Kodandaramaiah, J & Rajan, MV. 2014. Leaf and Anatomical Traits in Relation to Physiological Characteristics in Mulberry (*Morus sp.*) Cultivars. Turk J Bot. Vol. 36:683-689.
- Marei, EM, Elbaz, RM, Elmaghraby, I & Sharaf, A. 2014. Occurrence of Mulberry Mosaic Virus In Egypt. International Journal of Microbiology Research. Microbiology & Genetics Eng. Dep. Cairo. Vol. No.2, hh:575-580.
- Minarningsih,. 2016. Early Growth of New Hybrid Mulberry at Different Planting Spacings. Research Center for Biotechnology Development and Forest Plant Breeding. PPM National Seminar Proceedings: 40-53.
- Pscheidt, J.W., and Ocamb, C.M. (Senior Eds.). 2022 Pacific Northwest Plant Disease Management Handbook. Oregon State University.