



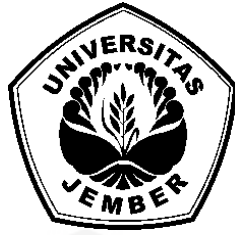
**ISOLASI IDENTIFIKASI DAN UJI POTENSI PROTEOLITIK *Azotobacter*
DARI RHIZOSFER TANAMAN KOPI ROBUSTA YANG
TERSERANG NEMATODA (*Pratylenchus coffeae*)
SERTA PEMANFAATANNYA
SEBAGAI KOMIK STRIP**

SKRIPSI

Oleh:
Aditya Tanjung Yulitasary
NIM 140210103031

Dosen Pembimbing 1 : Dr. Iis Nur Asyiah, S.P., M.P.
Dosen Pembimbing II : Mochammad Iqbal, S.Pd., M.Pd.

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**ISOLASI IDENTIFIKASI DAN UJI POTENSI PROTEOLITIK *Azotobacter*
DARI RHIZOSFER TANAMAN KOPI ROBUSTA YANG
TERSERANG NEMATODA (*Pratylenchus coffeae*)
SERTA PEMANFAATANNYA
SEBAGAI KOMIK STRIP**

SKRIPSI

Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi

Oleh:

**Aditya Tanjung Yulitasary
NIM 140210103031**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang saya mempersembahkan skripsi ini dengan segala cinta dan kasih kepada:

1. Orang tua tercinta, Bapak Poernawan Hadi Prayono dan Ibu Yuli Sulistyowati yang selalu memberikan doa, dukungan, cinta dan kasih sayang yang tiada henti;
2. Bapak dan ibu dosen Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan mendidik dengan baik;
3. Bapak dan ibu guru Sekolah Dasar hingga Perguruan Tinggi yang dengan sepenuh hati telah mendidik, membimbing, dan memberikan ilmu yang barokah;
4. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang saya banggakan.

MOTTO

Kebanggaan kita yang terbesar adalah bukan tidak pernah gagal, tetapi bangkit kembali setiap kali kita jatuh.

(Confucius)¹

Jadilah kamu manusia yang pada kelahiranmu semua orang tertawa bahagia, tetapi hanya kamu sendiri yang menangis; dan pada kematianmu semua orang menangis sedih, tetapi hanya kamu sendiri yang tersenyum.

(Mahatma Gandhi)²

¹Tualaka, J. 2010. *Sepiring Motivasi untuk Sarapan Pagi*. Yogyakarta: Jogja Bangkit Publisher.

²Eddy, M. 2011. *2500 Motivasi Sukses: I am What I Dream To Be*. Jakarta: JAL Publisher.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aditya Tanjung Yulitasary

NIM : 140210103031

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Isolasi Identifikasi dan Uji Potensi Proteolitik *Azotobacter* dari Rhizosfer Tanaman Kopi Robusta yang Terserang Nematoda (*Pratylenchus coffeae*) serta Pemanfaatannya sebagai Komik Strip” adalah benar-benar karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya yang bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 16 Juli 2018

Yang menyatakan,

Aditya Tanjung Yulitasary
NIM. 140210103031

SKRIPSI

**ISOLASI IDENTIFIKASI DAN UJI POTENSI PROTEOLITIK *Azotobacter*
DARI RHIZOSFER TANAMAN KOPI ROBUSTA YANG
TERSERANG NEMATODA (*Pratylenchus coffeae*)
SERTA PEMANFAATANNYA
SEBAGAI KOMIK STRIP**

Oleh:

Aditya Tanjung Yulitasary
NIM 140210103031

Dosen Pembimbing 1 : Dr. Iis Nur Asyiah, S.P., M.P.
Dosen Pembimbing II : Mochammad Iqbal, S.Pd., M.Pd.

PERSETUJUAN

**ISOLASI IDENTIFIKASI DAN UJI POTENSI PROTEOLITIK *Azotobacter*
DARI RHIZOSFER TANAMAN KOPI ROBUSTA YANG
TERSERANG NEMATODA (*Pratylenchus coffeae*)
SERTA PEMANFAATANNYA
SEBAGAI KOMIK STRIP**

SKRIPSI

Diajukan guna memenuhi satu syarat untuk menyelesaikan dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi

Oleh:

Nama Mahasiswa : Aditya Tanjung Yulitasary
NIM : 140210103031
Jurusan : Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Biologi
Angkatan Tahun : 2014
Daerah Asal : Jember
Tempat, Tanggal Lahir : Jember, 25 Juli 1995

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Iis Nur Asyiah, S.P., M.P.
NIP. 19730614 200801 2 008

Mochammad Iqbal, S.Pd., M.Pd.
NIP. 19880120 201212 1 001

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Isolasi Identifikasi dan Uji Potensi Proteolitik *Azotobacter* dari Rhizosfer Tanaman Kopi Robusta yang Terserang Nematoda (*Pratylenchus coffeae*) Serta Pemanfaatannya Sebagai Komik Strip” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Senin
Tanggal : 16 Juli 2018
Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Dr. Iis Nur Asyiah, S.P., M.P.

NIP. 19730614 200801 2 008

Mochammad Iqbal, S.Pd., M.Pd.

NIP. 19880120 201212 1 001

Penguji Utama,

Penguji Anggota,

Prof. Dr. Joko Waluyo, M.Si

NIP. 19571028 198503 1 001

Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si

NIP. 19640510 199002 1 001

Mengesahkan,
Dekan FKIP Universitas Jember

Prof. Drs. Dafik, M.Si., Ph.D

NIP. 19680802 199303 1004

RINGKASAN

Isolasi Identifikasi dan Uji Potensi Proteolitik Azotobacter dari Rhizosfer Tanaman Kopi Robusta yang Terserang Nematoda (Pratylenchus coffeae) Serta Pemanfaatannya sebagai Komik Strip; Aditya Tanjung Yulitasary; 140210103031; 2018; 110 halaman; Program Studi Pendidikan Biologi; Jurusan Pendidikan MIPA; Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan yang menjadi sumber devisa bagi negara dan petani. Produksi kopi di Indonesia dilaporkan mengalami penurunan pada dari sebelumnya sebesar 691.163 ton/ha menjadi 643.857 ton/ ha tahun 2014. Menurunnya jumlah produksi kopi ini salah satunya disebabkan oleh serangan nematoda. Nematoda parasit yang paling merusak tanaman kopi di Indonesia adalah *Pratylenchus coffeae* (*P. coffeae*). Serangan nematoda *P. coffeae* menyebabkan menurunnya produktivitas kopi Robusta hingga 57%, sedangkan pada kopi Arabika hingga 80%. Upaya untuk mengendalikan nematoda parasit secara alami salah satunya menggunakan *Azotobacter*. Potensi *Azotobacter* sebagai pengendali hayati *P. coffeae* dapat diketahui melalui uji potensi proteolitik. Hasil penelitian disajikan kedalam bentuk media komik strip sebagai sumber informasi yang menarik bagi masyarakat umum. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi *Azotobacter* yang diisolasi dari rhizosfer tanaman kopi Robusta yang terserang nematoda *P. coffeae*, mengetahui isolat mana yang berpotensi sebagai agen hayati *P. coffeae* melalui uji potensi proteolitik, dan mengetahui kelayakan komik strip.

Penelitian ini dilakukan pada perkebunan Kalibendo yang terletak di Desa Karanganyar, Kecamatan Glagah, Kabupaten Banyuwangi. Perkebunan Kalibendo merupakan daerah endemik nematoda *P. coffeae*. Secara garis besar penelitian ini dilakukan dalam dua tahap. Tahap pengambilan sampel yang dilakukan di kebun Robusta Perkebunan Kalibendo, Banyuwangi. Tahap kedua adalah tahap isolasi identifikasi dan uji potensi proteolitik yang dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi FMIPA, Universitas Jember.

Hasil penelitian ini diketahui terdapat 7 isolat yang berhasil diisolasi yaitu isolat dengan kode RA, RH, RI, RJ, 13D, 13K, dan 13M. Dari ketujuh isolat tersebut, enam isolat merupakan *Azotobacter* dan satu isolat bukan merupakan *Azotobacter*. Sedangkan isolat yang berpotensi sebagai pengendali hayati nematoda *P. coffeae* berdasarkan uji potensi proteolitik hanya dua isolat, yaitu isolat dengan kode RI dan RH. Hasil uji potensi proteolitik dikatakan positif jika isolat bakteri mampu membentuk zona bening pada medium *Skim Milk Agar* (SMA).

Hasil validasi komik strip “Azoto Sahabat Petani” memperoleh total skor pada ahli materi 52 dengan persentase 76,5% termasuk dalam kategori valid. Hasil validasi ahli media memperoleh skor sebesar 40 dengan persentase 83,3% termasuk kategori valid. Berdasarkan hasil validasi ahli materi dan ahli media diketahui bahwa komik strip tersebut layak digunakan sebagai sumber informasi bagi masyarakat umum.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Isolasi Identifikasi dan Uji Potensi Proteolitik *Azotobacter* dari Rhizosfer Tanaman Kopi Robusta yang Terserang Nematoda (*Pratylenchus coffeae*) Serta Pemanfaatannya sebagai Komik Strip”. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Dr. Hj. Dwi Wahyuni, M. Kes., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember;
2. Dr. Iis Nur Asyiah, SP., MP. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi;
3. Dr. Iis Nur Asyiah, SP., MP. selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Mochammad Iqbal, S.Pd., M.Pd. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah dengan sabar, membimbing, memotivasi, meluangkan waktu, perhatian dan pikiran dalam penulisan skripsi ini;
4. Prof. Dr. H. Joko Waluyo, M.Si., dan Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran-saran dalam penulisan skripsi ini;
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember, atas semua ilmu dan bimbingan yang diberikan;
6. Orangtua tersayang, Bapak Poernawan Hadi Prayono dan Ibu Yuli Sulistyowati, serta satu-satunya saudariku tercinta Erdita Tanjung Iglassari, terimakasih atas doa-doa, kasih sayang dan dukungannya yang sangat luar biasa berarti;
7. Pihak Perkebunan Kalibendo, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur yang telah memberikan ijin sebagai tempat penelitian;

8. Mbak El (Elena F. L. Lilipaly) yang telah menjadi kakak yang baik dalam mendampingi, membantu, dan memberikan dukungan dalam jalannya penelitian ini;
9. Sahabat-sahabatku “Kita Saling Menkuatkan” (Faizah Mbul, Devi Depoy, Zahratul, Ken Simi – simi, dan Reni Faye), yang selalu menguatkan dan saling mendukung dari awal kuliah hingga mampu menyelesaikan studi di Pendidikan Biologi. Serta Mas Ervan Prasetyo yang telah banyak membantu dan menjadi kakak yang baik hingga saat ini;
10. Rekan satu Tim Penelitian 2014, Kak Ros-ku tersayang dan Dita yang saling tolong-menolong, saling support dari awal penelitian hingga penelitian ini berhasil terselesaikan;
11. Almamater tercinta, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
12. Semua pihak yang telah membantu baik tenaga maupun pikiran dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 16 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN_PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PERSETUJUAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Taksonomi Kopi	5
2.1.1 Kopi Robusta	5
2.2. Nematoda Parasit Tanaman Kopi.....	6
2.2.1 <i>Pratylenchus coffeae</i>	7
2.3 Azotobacter	9
2.3.1 Peranan <i>Azotobacter</i> Bagi Tumbuhan	10
2.3.2 <i>Azotobacter</i> sebagai Pengendali Hayati.....	10
2.4 Rhizosfer	11
2.5 Isolasi Bakteri.....	12
2.5.1 Cara Goresan (<i>Streak Plate Method</i>)	12
2.5.2 Cara Taburan (<i>Pour Plate Method</i>)	12

2.6 Uji Proteolitik	13
2.7 Komik	13
2.8 Kerangka Berpikir	15
BAB 3. METODE PENELITIAN	16
3.1 Jenis Penelitian	16
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.2.1 Tempat Penelitian	16
3.2.2 Waktu Penelitian	16
3.3 Alat dan Bahan	16
3.3.1 Alat Penelitian	16
3.3.2 Bahan Penelitian	16
3.4 Penentuan Populasi dan Sampel	17
3.4.1 Populasi Penelitian	17
3.4.2 Sampel Penelitian	17
3.5 Definisi Operasional	17
3.6 Desain Penelitian	18
3.7 Prosedur Penelitian	18
3.7.1 Persiapan Alat dan Bahan	18
3.7.2 Sterilisasi Alat dan Bahan	18
3.7.3 Isolasi <i>Azotobacter</i>	19
3.7.4 Peremajaan Isolat <i>Azotobacter</i>	21
3.7.5 Identifikasi Bakteri	21
3.7.6 Identifikasi Menggunakan <i>Bergey's</i>	24
3.7.7 Uji Potensi Proteolitik <i>Azotobacter</i>	24
3.8 Penyusunan Media Komik Strip	24
3.8.1 Model Pengembangan Komik Strip	25
3.8.2 Uji Media Komik Strip	26
3.9 Analisis Data	26
3.9.1 Analisis Data Penelitian	26
3.9.2 Analisis Validasi Komik Strip	28
3.10 Desain Alur Penelitian	29
BAB 4. METODE PENELITIAN	30

4.1 Hasil	30
4.1.1 Hasil Isolasi.....	30
4.1.2 Hasil Identifikasi	30
4.2 Pembahasan	38
4.2.1 Isolasi Bakteri	38
4.2.2 Karakteristik Isolat Bakteri	39
4.2.3 Hasil Uji Aktivitas Proteolitik	47
4.2.4 Uji Validasi Komik Strip	48
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	63

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Nematoda betina	7
Gambar 2.2 <i>Azotobacter</i>	9
Gambar 2.3 Kerangka berpikir.....	15
Gambar 3.1 Desain alur penelitian	29
Gambar 4.1 Gambar komik strip halaman depan sebelum direvisi	49
Gambar 4.2 Gambar komik strip halaman belakang setelah direvisi	50
Gambar 4.3 Gambar komik strip halaman depan setelah direvisi	50
Gambar 4.3 Gambar komik strip halaman belakang setelah direvisi	51

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Matriks Penelitian.....	64
Lampiran B. Isolasi Bakteri	66
Lampiran C. Isolat Bakteri Murni.....	68
Lampiran D. Pengamatan Makroskopis.....	69
Lampiran E. Uji Fisiologi	72
Lampiran F. Uji Biokimia.....	74
Lampiran G. Angket Analisis Kebutuhan.....	83
Lampiran H1. Lembar Validasi Komik Strip Ahli Materi.....	86
Lampiran H2. Lembar Validasi Komik Strip Ahli Media	93
Lampiran I. Komik Strip “Azoto Sahabat Petani”.....	100
Lampiran J. Surat Rekomendasi Sebagai Validator.....	102
Lampiran K1. Hasil Validasi Ahli Media	103
Lampiran K2. Hasil Validasi Ahli Materi.....	106

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan sebagai penghasil devisa negara dan sumber pendapatan petani. Produksi kopi Indonesia tercatat sebesar 643.857 ton pada tahun 2014. Hasil tersebut menurun dibandingkan dengan jumlah produksi tahun sebelumnya, yakni sebesar 691.163 ton/ha (Ditjenbun, 2015). Penyebab menurunnya tingkat produktivitas kopi di Indonesia salah satunya adalah akibat serangan nematoda. Nematoda merupakan salah satu Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) yang berperan penting menyebabkan menurunnya hasil pertanian di negara tropis termasuk Indonesia (Salamah, 2014).

Salah satu nematoda parasit yang paling merusak pada tanaman kopi di Indonesia adalah *Pratylenchus coffeae* (Rahayu, 2016). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Harni dan Khaerati (2013), serangan nematoda *P. coffeae* pada kopi Robusta dapat menyebabkan menurunnya produksi hingga 57%, sedangkan pada kopi Arabika dapat menyebabkan kerusakan hingga 80% dan tanaman akan mati pada umur kurang dari 3 tahun.

Melihat potensi kerusakan yang ditimbulkan oleh nematoda *P. coffeae* maka diperlukan adanya pengendalian. Secara alami tanah memiliki mikroorganisme yang mampu menekan perkembangan patogen dalam tanah (Khalimi, 2013). Salah satu kelompok bakteri yang diketahui sebagai agen biologis adalah *Azotobacter*. Nurmas (2014), menyatakan *Azotobacter* adalah spesies rhizobakter yang dikenal penambat N₂ diazotrof, yang mengkonversi dinitrogen ke ammonium melalui reduksi elektron dan protonasi gas dinitrogen. *Azotobacter chroococcum* merupakan spesies *Azotobacter* pertama yang diketahui sebagai bakteri pemfiksasi nitrogen dan hidup bebas (Jnawali, 2015). Kardinan (2008), mengemukakan hasil penelitian pada berbagai tanaman menunjukkan bahwa inokulasi *Azotobacter* sp. ke dalam tanah dapat meningkatkan hasil sebesar 15 – 60%, selain itu juga mampu menekan beberapa patogen tanah.

Azotobacter spp. secara agresif mengkolonisasi rhizosfer dari berbagai tanaman dan memiliki aktivitas antagonis dengan spektrum luas terhadap patogen tanaman. Moussa (2017), melaporkan bahwa *Azotobacter chroococcum* dapat menghambat penetasan juvenile *Meloidogyne incognita* dan penetrasi pada akar tanaman Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Amira (2011), *Azotobacter chroococcum* juga dapat menghambat penetasan juvenile *Meloidogyne incognita* pada tanaman akasia (*Acacia farnesiana* L.). Menurut Untung (2001), penggunaan bakteri sebagai agen biologis memiliki berapa keuntungan yaitu berspektrum sempit atau khas inang dan aman bagi lingkungan hidup.

Hingga saat ini belum ada penelitian yang membahas mengenai isolasi dan karakterisasi *Azotobacter* pada tanaman kopi dan potensinya sebagai pengendali hayati nematoda. Pemanfaatan *Azotobacter* sebagai pengendali hayati nematoda peluka akar *Pratylenchus coffeae* perlu dikaji dan diteliti lebih dalam lagi dengan melakukan uji protease setelah isolat berhasil diidentifikasi. Selama ini, yang masyarakat ketahui bahwa pengendalian nematoda hanya dilakukan menggunakan nematisida. Menurut Fikri (2013), menyatakan penggunaan nematisida hanya membunuh nematoda, sedangkan telurnya tidak terbunuh karena kulit telurnya mengandung kitin. Penelitian ini akan membahas mengenai isolasi *Azotobacter* dari rhizosfer tanaman kopi yang terserang nematoda parasit endemik (*P. coffeae*) di perkebunan Kalibendo. Perkebunan Kalibendo terletak di Desa Kampunganyar Kecamatan Glagah Kabupaten Banyuwangi. Perkebunan Kalibendo yang memiliki ketinggian 700 mdpl merupakan kawasan endemik nematoda parasit *Pratylenchus coffeae* (Hulupi, 2007).

Informasi mengenai isolasi dan karakterisasi *Azotobacter* dan peranannya sebagai pengendali hayati ini penting untuk disebarluaskan kepada masyarakat umum. Agar masyarakat mengetahui isolat *Azotobacter* apa saja yang ditemukan pada lingkungan endemik nematoda (*P. coffea*) sekaligus peranannya sebagai pengendali nematoda. Berdasarkan hasil observasi dengan menyebarkan angket analisis kebutuhan (*need assessment*) pada masyarakat dan pada beberapa petani (Lampiran B). Diketahui bahwa 70% pengisi analisis kebutuhan komik strip

menjawab tidak mengetahui apa itu *Azotobacter* dan nematoda *Pratylenchus coffea*. Hal ini menunjukkan bahwa di kalangan masyarakat pengetahuan mengenai bakteri *Azotobacter* dan potensinya dalam dunia pertanian masih belum banyak diketahui. Sehingga dibutuhkan suatu media yang dapat memberikan pengetahuan. Berdasarkan angket analisis kebutuhan, masyarakat setuju jika informasi mengenai *Azotobacter* dan potensinya sebagai pengendali nematoda *P. coffea* diangkat ke dalam media komik strip. Komik adalah sebuah gambar atau rangkaian gambar yang berisi cerita (Ratnawuri, 2016). Berdasarkan literatur, Septy (2015), mengemukakan bahwa terdapat 80% pembaca komik diseluruh dunia. Komik dipilih karena komik dapat diterapkan untuk menyampaikan pesan dalam berbagai cabang ilmu pengetahuan, penampilannya menarik, bahasanya ringan, dan sekaligus dapat menghibur.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka perlu dilakukan penelitian “Isolasi Identifikasi dan Uji Potensi Proteolitik *Azotobacter* dari Rhizosfer Tanaman Kopi Robusta yang Terserang Nematoda (*Pratylenchus coffeae*) serta Pemanfaatannya sebagai Komik Strip”. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui spesies/genus mikroba yang berasal dari lahan kopi Robusta yang terserang nematoda *P. coffeae*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

- a. Apa sajakah spesies *Azotobacter* yang berhasil diisolasi dari rhizosfer tanaman kopi Robusta yang terserang nematoda *Pratylenchus coffeae*?
- b. Isolat manakah yang berpotensi sebagai pengendali hayati Hama *P. coffeae* melalui uji potensi proteolitik?
- c. Apakah komik strip mengenai *Azotobacter* layak digunakan sebagai sumber informasi yang menarik dan menghibur untuk masyarakat umum?

1.3 Batasan Masalah

Untuk mengurangi kerancuan dalam menafsirkan masalah dalam penelitaian ini, maka perlu adanya batasan masalah sebagai berikut:

- a. Objek penelitian adalah bakteri dari rhizosfer tanaman kopi Robusta di Kebun kopi Kalibendo, Kabupaten Banyuwangi.
- b. Identifikasi karakter morfologi koloni, fisiologi (uji motilitas, pewarnaan gram, kapsul, dan pigmen) dan uji biokimia (uji katalase, uji oksidase, uji reduksi nitrat, uji mannitol, uji Indol, uji pigmen dan uji *Metil Red*), setelah itu dicocokkan dengan buku identifikasi Bergey's dan jurnal yang sejenis.
- c. Jenis komik yang dipilih adalah komik strip.
- d. Uji potensi *Azotobacter* menggunakan uji protease.
- e. Rhizosfer adalah tanah yang menempel pada perakaran tanaman.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari yang ingin dicapai dari penelitian ini yaitu:

- a. Mengidentifikasi spesies *Azotobacter* yang berhasil di isolasi dari rhizosfer kopi Robusta yang terserang nematoda *Pratylenchus coffeae*.
- b. Mengetahui isolat *Azotobacter* manakah yang berpotensi sebagai pengendali hayati Hama *P. coffeae* melalui uji potensi proteolitik.
- c. Mengetahui kelayakan komik strip mengenai *Azotobacter* sebagai sumber informasi yang menarik dan menghibur untuk masyarakat umum.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

- a. Bagi ilmu pengetahuan, dapat menambah wawasan keilmuan dan pengetahuan tentang keanekaragaman bakteri *Azotobacter* yang berhasil diisolasi dari rhizosfer kopi Robusta yang terserang nematoda *Pratylenchus coffeae*.
- b. Bagi penulis, dapat memperluas ilmu pengetahuan yang didapat selama kuliah menjadi pengalaman berharga dan bermanfaat.
- c. Bagi peneliti lain, dapat digunakan sebagai bahan penelitian selanjutnya mengenai sumber agen biologis atau sebagai acuan untuk penelitian sejenis.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Taksonomi Kopi

Kopi adalah spesies tanaman berbentuk pohon yang termasuk dalam family *Rubiaceae* dan genus *Coffea* (Djafaruddin, 2000). Genus *Coffea* mencakup hampir 70 spesies, akan tetapi hanya dua macam kopi yang ditanam dalam dakala luas yaitu kopi Arabika (*Coffea arabica*) dan kopi Robusta (*Coffea canephora* var. *robusta*). Berikut taksonomi tanaman kopi secara lengkap:

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Viridiplantae
Super Divisi	: Embryophyta
Divisi	: Tracheophyta
Sub divisi	: Spermatopyhta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Gentianales
Famili	: Rubiaceae
Genus	: <i>Coffea</i>
Spesies	: <i>Coffea canephora</i> Pierre ex A. Froehner. (ITIS.Gov:2018).

2.1.1 Kopi Robusta

Menurut Rahardjo (2012), kopi Robusta dapat tumbuh atau hidup pada tempat yang berbeda – beda. Kopi Robusta tidak membutuhkan tempat khusus seperti halnya kopi Arabika; dan mudah menyesuaikan diri dengan lingkungannya. Menurut Aak (1988) kopi robusta awalnya tumbuh di hutan belantara dengan keadaan tanaman yang sangat padan dan dapat hidup hingga ketinggian 1500 m dari permukaan laut. Akan tetapi di Jawa, tanaman kopi Robusta tumbuh optimal pada ketinggian 300 – 700 m, dengan suhu 21 – 24 °C.

Panggabean (2011), mengemukakan bahwa biji kopi robusta juga memiliki karakteristik yang membedakan dengan biji kopi lainnya. Secara umum, biji kopi

robusta memiliki rendemen yang lebih tinggi dibandingkan kopi arabika. Selain itu, karakteristik yang menonjol yaitu bijinya yang agak bulat, lengkungan bijinya yang lebih tebal dibandingkan kopi arabika, dan garis tengah dari atas ke bawah hampir rata.

2.2. Nematoda Parasit Tanaman Kopi

Nematoda merupakan salah satu mikroorganisme yang berbentuk seperti cacing, Panjangnya sekitar 200-1.000 mikron (1.000 mikron = 1 mm). Umumnya nematoda yang hidup di atas tanah sering terdapat di dalam tanah terdapat di dalam jaringan tanaman atau di antara daun-daun yang melipat, di tunas daun, di dalam buah, di batang, atau di bagian tanaman lainnya. Nematoda juga ada yang hidup di dalam tanaman (endoparasit) dan ada juga yang di luar tanaman (ektoparasit). Serangan nematoda *Pratylenchus coffeae* dilaporkan dapat mengakibatkan musnahnya 95% kopi Arabika di Jawa (Sulisetyowati, 2012).

Klasifikasi nematoda peluka akar atau *Pratylenchus coffeae*

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Nematoda
Class	: Adenophorea
Order	: Tylenchida
Family	: Pratylenchidae
Genus	: <i>Pratylenchus</i>
Spesies	: <i>Pratylenchus coffeae</i> (Ravichandra, 2018)



Gambar 2.1 Nematoda betina yang diisolasi dari ubi jalar di Papua Nugini

(Sumber: Cabi, 2017).

Nematoda yang menyerang akar tanaman hingga dapat menimbulkan kerusakan mekanis. Nematoda yang menyebabkan kerusakan pada tanaman hampir semuanya hidup didalam tanah, baik yang hidup bebas didalam tanah bagian luar akar dan batang didalam tanah bahkan ada beberapa parasit yang hidupnya bersifat menetap didalam akar dan batang. Konsentrasi hidup nematoda lebih besar terdapat didalam perakaran tumbuhan inang terutama disebabkan oleh laju reproduksinya yang lebih cepat karena tersedianya makanan yang cukup dan tertariknya nematoda oleh zat yang dilepaskan dalam rizosfir awalnya, telur-telur nematoda diletakan pada akar - akar tumbuhan di dalam tanah yang kemudian telur akan berkembang menjadi larva dan nematoda dewasa.

Ciri khusus dari nematoda parasit tanaman adalah adanya stilet pada bagian kepalanya yang berfungsi sebagai alat untuk masuk ke dalam jaringan tanaman dan makan cairan sel. Ciri khusus ini merupakan perbedaan morfologi utama antara nematoda parasit tanaman (fitoparasit) dengan kelompok nematoda lainnya (Mustika, 2003).

2.2.1 *Pratylenchus coffeae* (Nematoda Peluka Akar) dan Gejala Serangannya

P. coffeae bertelur di dalam jaringan akar. Daur hidupnya berkisar antara 45-48 hari dengan rincian sebagai berikut: inkubasi telur selama 15-17 hari, perkembangan larva hingga menjadi dewasa sekitar 15-16 hari dan perkembangan nematoda dewasa hingga meletakkan telur sekitar 15 hari. *P. coffeae* termasuk dalam Kelas Adenophorea, Ordo Tylenchidae, Famili Pratylenchidae dan Genus Pratylenchus (Mustika, 2003). *P.coffeae* adalah nematoda endoparasit semimigratori dan bereproduksi secara seksual (Asyiah, 2018). Dinding tubuh nematoda terdiri dari 3 lapisan, dimana bagian terluar tersusun atas kutikula yang berfungsi sebagai kerangka luar dan pelindung dari pengaruh lingkungan (Elisa, 2018). Kutikula nematoda terdiri atas protein dan kitin (Ayiah, 2018).

Pratylenchus coffeae menyerang jaringan korteks akar serabut, terutama akar – akar serabut yang aktif menyerap unsur hara dan air. Gejala yang muncul

pada akar tanaman kopi yang terserang nematoda ini adalah akar serabut menjadi rusak, berwarna coklat dan terdapat luka – luka nekrotik. Luka nekrotik tersebut secara bertahap meluas dan akhirnya menyebabkan seluruh akar serabut membusuk. Akar tanaman yang terserang *P. coffeae* menjadi berwarna kuning, lalu berwarna coklat, hingga akhirnya menyebabkan akar lateralnya busuk. Gejala kerusakan akibat serangan nematoda yang nampak pada bagian atas tanaman umumnya tidak spesifik. Umumnya tanaman nampak kerdil, ukuran daun dan cabang primer mengecil, pertumbuhan terhambat, daun tua berwarna kuning sehingga secara perlahan akhirnya rontok dan tanaman mati (Nugroharini, 2012).

Akar tanaman kopi yang terserang oleh *P. coffeae* warnanya berubah menjadi kuning, selanjutnya berwarna coklat dan kebanyakan akar lateralnya busuk. Luka yang terjadi pada akar berakibat merusak seluruh sistem perakaran dan kematian tanaman. Menurut Harni dan Khaerani (2013) nematoda *P. coffeae* merupakan nematoda endoparasit berpindah yang menyerang akar tanaman kopi dan menyebabkan terjadinya luka akar sehingga pengangkutan unsur hara tanaman akan terganggu. Selain itu luka serangan nematoda merupakan jalan masuk bagi patogen lain, seperti jamur dan bakteri.

2.3 *Azotobacter*

Purwaningsih (2012), mengemukakan bahwa *Azotobacter* merupakan salah satu kelompok bakteri anaerob yang mengkolonisasi permukaan akar dan mampu menghasilkan substansi zat pemacu tumbuh (ZPT) giberelin, sitokinin dan Indole Asam Asetat (IAA) yang dapat merangsang perkembangan dan pembelahan sel tanaman. *Azotobacter* adalah genus bakteri yang umumnya bersifat motil, berbentuk oval atau bulat yang membentuk kista berdinding tebal, dan dapat menghasilkan lendir kapsul dalam jumlah yang banyak (Nelson, 2017). Inawali *et al.* (2015), *Azotobacter* adalah bakteri gram negatif, aerobik dan hidup bebas. Biasanya polimorfik dengan panjang berkisar 2- 10 mikron dan lebar 1- 2 mikron. Genus *Azotobacter* termasuk ke dalam γ – subkelas dari *Proteobacteria* dan terdapat tujuh spesies yakni: *A. chroococcum*, *A. vinelandii*, *A. beijerinckii*, *A. paspali*, *A. armeniacus*, *A. nigricans* dan *A. salinestri* (Jimenez, 2011).



Gambar 2.2 Azotobacter (Sumber: Fertnz, 2017)

Azotobacter dapat ditemukan pada rhizosfer dari berbagai jenis tanaman, seperti rhizosfer kedelai (*Glycinemax L.*), rhizosfer palm (*Elaeis guineensis*), kopi (*Coffea arabica*), dan jagung (*Zea mays*) (Hindersah, 2016). *Azotobacter* jarang ditemukan pada pH yang rendah. Penelitian – penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa *Azotobacter* terdapat pada tanah dengan rentan pH 7.07- 8.56 (Marzinani *et al.* 2012). Zulaika (2014), menyebutkan genus *Azotobacter* memiliki kemampuan untuk memfermentasi karbohidrat, tipe karbohidrat yang dapat difermentasi tergantung pada spesies. Chennappa *et al.* (2014), *Azotobacter* bersifat toleran dan tahan di kondisi lingkungan ekstrem dengan membentuk kista. Menurut Ambasari (2015), menyatakan struktur kista yang mirip endospore menunjukkan respirasi endogenous yang signifikan dan resisten terhadap desikasi, serta radiasi ion maupun UV.

2.3.1 Peranan *Azotobacter* Bagi Tumbuhan

Azotobacter memiliki banyak peranan penting bagi tumbuhan, bakteri ini memanfaatkan gas nitrogen di atmosfer untuk sintesis protein mereka. *Azotobacter* memiliki efek menguntungkan pada pertumbuhan tanaman, biosintesis zat biologi aktif, stimulasi mikroba rhizosfer, dan memproduksi phytopathogenik inhibitor (Jnawali, 2015). Keberadaan mikroba pemfiksasi nitrogen menurut Pranoto (2014), memiliki peranan penting dalam membantu menyediakan berbagai hara nitrogen yang sangat bermanfaat bagi tanaman. *Azotobacter* selain merupakan bakteri pengikat N₂ udara, juga dapat menghasilkan indole acetic acid (IAA) dalam jumlah yang berbanding lurus dengan kepadatan populasinya (Widiyawati, 2014).

Azotobacter venelandii diketahui sebagai inhibitor phytopathogenik (Bhosale, 2013).

Peranan menguntungkan dari *Azotobacter* pada tumbuhan diketahui karena *Azotobacter* mampu memproduksi fitohormon seperti sitokinin, Giberelin, GA3 dan produksi eksopolisakarida (Hindersah, 2014). Sebagai salah satu bakteri penambat nitrogen *Azotobacter* dapat meningkatkan penyerapan mineral, fiksasi nitrogen, mengurangi kerusakan akibat perubahan cuaca serta meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit (Pranoto, 2014). *Azotobacter* juga diketahui sebagai bakteri PGPR. PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) atau rhizobacter perangsang pertumbuhan tanaman. Rhizobacteria adalah bakteri yang efektif mengkolonisasi akar (Nasaruddin, 2012).

2.3.2 *Azotobacter* sebagai Pengendali Hayati

Inokulasi *Azotobacter* pada rhizosfer tanaman sebagai pengendali hayati nematoda parasite menunjukkan hasil yang menjanjikan. Inokulasi *Azotobacter* spp. secara signifikan memperbaiki parameter pertumbuhan tanaman dan mengakibatkan berkurangnya populasi *Meloidogyne incognita* dan patogensinya pada tanaman buncis (*Cicer arietinum*) (Akram, et al. 2016). *Azotobacter choococum* efektif dalam menekan populasi nematoda dengan mengeluarkan kadar ammonia tinggi seperti yang dilaporkan Bansal (2002) pada kista nematoda *Heterodera avena* pada tanaman gandum.

Azotobacter diketahui dapat menghasilkan enzim hidrolitik seperti protease, urease, dan pektinase. Kemampuan tersebut dapat digunakan berkompetisi dengan mikroba lain karena dapat mendegradasi dinding sel melalui enzim ekstraselular yang dihasilkan (Perdomo *et al.*, 2017). Kutikula nematoda terdiri atas protein dan kitin, khususnya pada bagian luar dilindungi oleh lapisan membrane protein (Asyiah *et al.*, 2018). Adanya enzim hidrolitik pada bakteri *Azotobacter* seperti protease, dapat menjadi pilihan utama untuk mengendalikan nematoda.

2.4 Rhizosfer

Rhizosfer merupakan bagian tanah yang berada di sekitar perakaran tanaman (Prayudyaningsih, 2015). Kristiana (2015), menyebutkan bahwa rhizosfer

ditujukan untuk bagian tanah yang dipengaruhi oleh perakaran tanaman. Rhizosfer adalah zona tanah yang mengelilingi akar tanaman dimana biologi dan kimia tanah dipengaruhi oleh akar. Zona ini memiliki lebar sekitar 1 mm. Aktivitas mikroorganisme dalam rhizosfer sangat dipengaruhi oleh eksudat yang ada pada rhizosfer, kandungan eksudat ini merupakan salah satu faktor pertumbuhan mikroorganisme (Erfin, 2016). Kandungan eksudat pada rhizosfer antara lain karbohidrat, asam organik, asam amino, enzim, dan senyawa-senyawa lainnya (Widiastutik, 2014).

Rhizosfer merupakan daerah yang banyak terdapat bakteri. Pada rhizosfer terdapat bermacam-macam bakteri yang salah satunya dapat berperan sebagai agensia hayati, pereduksi logam, dan penambat N (Prasetyawati, 2009). Tidak hanya mikroba menguntungkan, pada rhizosfer juga terdapat mikroba yang bersifat merugikan, netral atau variabel terhadap tanaman. Sari (2015), menyatakan bahwa mikroba rhizosfer mampu menyediakan nutrient bagi tanaman dengan cara mengubah sifat morfologi dan fisiologi akar serta sistem tanaman, merubah fase keseimbangan nutrien, mengubah komposisi kimia tanah, atau dengan menghambat area penyerapan pada akar tumbuhan dan berkompetisi dalam mendapatkan makanan.

2.5 Isolasi Bakteri

Isolasi bakteri adalah sebuah teknik untuk mendapatkan koloni tunggal suatu bakteri (Ibrahim, 2015). Puspitasari (2012) mengemukakan bahwa untuk memperoleh biakan murni dapat dilakukan dengan isolasi yang diawali dengan pengenceran bertingkat. Pemurnian isolat dilakukan untuk dapat mendapatkan biakan murni. Lay (1994), mengemukakan bahwa biakan murni adalah biakan yang hanya mengandung satu jenis bakteri.

Jutono (1973), menyatakan bahwa bakteri jarang ditemukan di alam dalam keadaan murni. Pada umumnya merupakan campuran bermacam—macam spesies bakteri. Terdapat dua cara yang umum digunakan untuk mengisolasi bakteri, yaitu:

2.5.1 Cara Goresan (*Streak Plate Method*)

Cara ini dilakukan dengan menggoreskan suspensi bahan yang mengandung bakteri pada permukaan medium agar yang sesuai dengan petridish. Setelah inkubasi maka pada bekas goresan akan tumbuh koloni-koloni terpisah yang mungkin berasal dari satu sel bakteri bakteri, sehingga dapat diisolasi lebih lanjut.

2.5.2 Cara Taburan (*Pour Plate Method*)

Cara ini dilakukan dengan cara menginokulasikan medium agar yang sedang mencair pada temperatur 50°C dengan suspensi bahan yang mengandung bakteri dan menuangkannya ke dalam petridish steril. Setelah inkubasi akan terlihat koloni-koloni bakteri yang menyebar di permukaan agar.

2.6 Uji Proteolitik

Uji proteolitik dilakukan untuk mengetahui aktivitas proteolitik suatu bakteri. Definisi kata proteolitik menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah mampu menguraikan protein (Kamus Besar Bahasa Indonesia, 2018). Yuniati (2015), menyatakan bahwa bakteri proteolitik adalah bakteri yang mampu menghidrolisis protein menjadi unit asam amino atau peptida peptida yang lebih kecil. Protease adalah enzim proteolitik yang mengkatalisis pemutusan ikatan peptida pada protein (Puspitasari *et al.*, 2012).

Isolat bakteri yang bersifat proteolitik menunjukkan jika bakteri tersebut mampu menghasilkan protease ekstraseluler. Setiawan *et al.* (2016), menyatakan bahwa enzim protease ekstraseluler merupakan salah satu enzim yang dapat mendegradasi protein yang diproduksi dalam sel dan dilepaskan keluar dari sel. Sedangkan isolat bakteri yang tidak bersifat proteolitik memiliki enzim protease di dalam selnya tetapi tidak dikeluarkan. Enzim protease yang dihasilkan nematode dapat digunakan sebagai agensia pengendali nematode puru akar (Mohamed *et al.*, 2007).

2.7 Komik

Komik merupakan kartun yang menggambarkan karakter dan memerankan cerita dalam suatu urutan yang berkaitan erat, dihubungkan dengan gambar dan dirancang untuk memberikan hiburan kepada pembaca (Rohani, 2014). Saputro (2015) mengemukakan bahwa komik dapat digunakan dalam pembelajaran dua arah, yaitu sebagai alat bantu dan sebagai media pembelajaran. Komik dapat digunakan sebagai alat penyampaian pesan – pesan pendidikan yang sangat menarik minat belajar siswa. Komik dapat digunakan dua arah, yaitu sebagai alat bantu belajar dan sebagai media belajar siswa (Saputro, 2015).

Daryanto (2013:27), menyatakan bahwa komik menyediakan cerita yang sederhana, mudah ditangkap dan dipahami isinya sehingga sangat digemari oleh anak- anak maupun orang dewasa. Nugraha (2013), mengemukakan bahwa komik sains merupakan alternatif media belajar yang menyenangkan. Setiawan (2013), menyatakan bahwa komik disusun sedemikian rupa hingga dapat membentuk jalanan cerita. Komik mempunyai beberapa fungsi, selain sebagai bentuk hiburan juga merupakan media komunikasi untuk menyampaikan pesan pengajaran kepada pembaca.

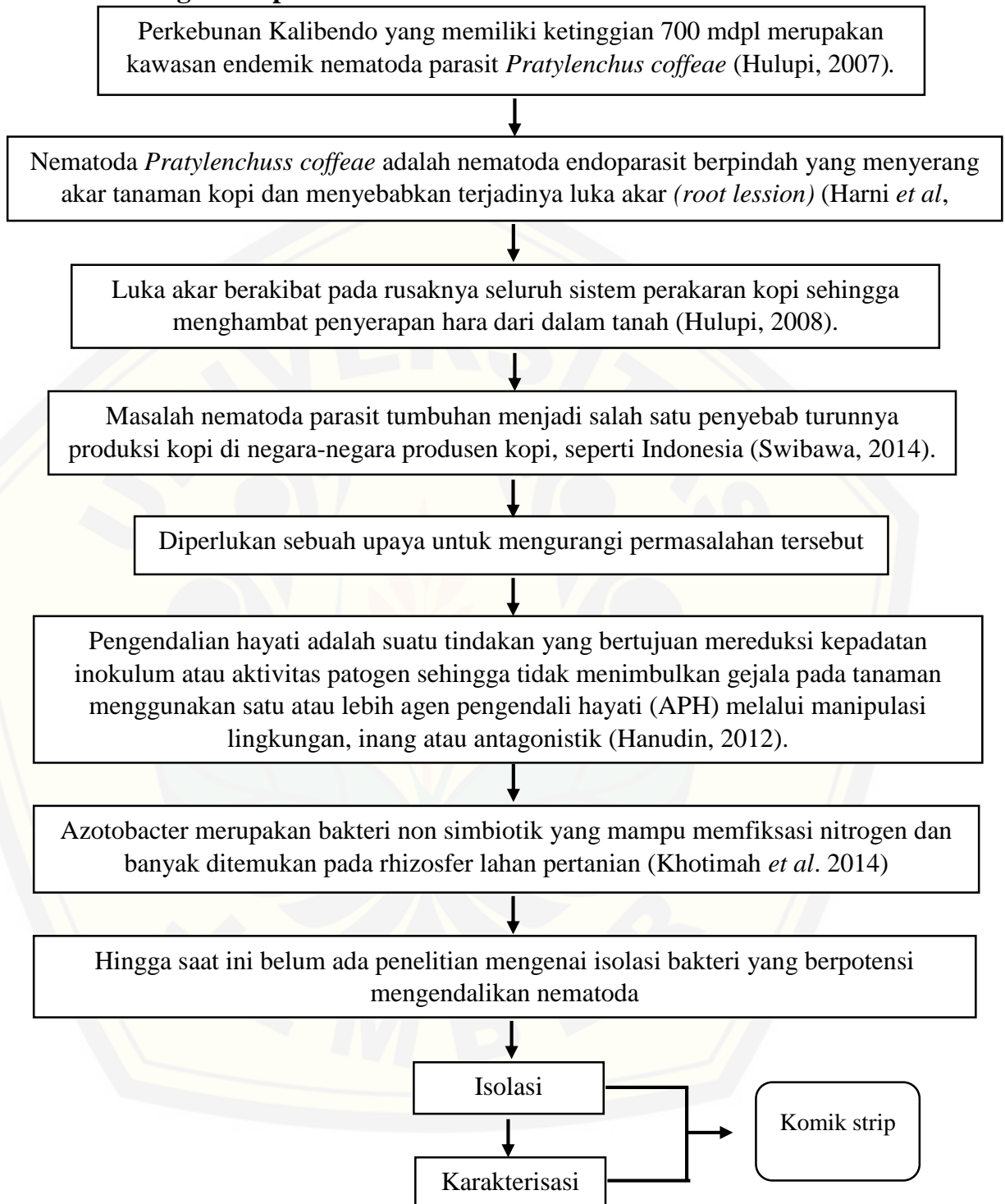
Media komik mudah dipahami lebih bersifat informatif dan edukatif. Pratiwi (2015), menyatakan informatif dalam hal ini diartikan karena komik mengandung teks yang mudah dimengerti dan alur sederhana yang membuatnya lebih mudah untuk dimengerti dan diikuti. Tahapan pembuatan komik menurut Nurinayati (2014) dimulai dari penyusunan scenario dan *neemu*. Skenario dibuat dengan menggunakan acuan *draft* hasil pengembangan materi dan dituliskan perkiraan jumlah panel yang dibutuhkan. Umumnya jumlah panel standar komik Jepang adalah 5-7 panel, tergantung pada ukuran panel dan jenis adegan. *Neemu* adalah proses visualisasi skenario dalam bentuk menjadi bentuk gambar kasar.

Berdasarkan jenisnya komik dikelompokkan menjadi dua, yaitu komik strip dan komik buku (Ismail, 2013). Produk dalam penelitian ini menggunakan komik strip. Savitri (2016), menyatakan bahwa komik strip adalah sederet panil (panel) yang berisi gambar – gambar disertai tulisan dan menceritakan kisah yang

menghibur. Komik strip biasanya terdiri dari empat atau lebih gambar kartun yang bertemakan hal – hal lucu dan dibuat berseri (volume) dan dimuat dalam beberapa kali terbitan (Zalmansyah, 2013).



2.8 Kerangka Berpikir



Gambar 2.3 Kerangka Berpikir

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksploratif. Penelitian ini dilakukan dengan mengidentifikasi mikroba tanah yang terdapat dalam rhizosfer tanaman kopi Robusta yang terserang nematoda *Pratylenchus coffea* dari PT. Perkebunan kopi Kalibendo, Kabupaten Banyuwangi.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Tahap persiapan pengambilan tanah di sekitar akar tanaman kopi di lahan kopi Robusta yang terserang *Pratylenchus coffea* dilakukan di perkebunan kopi Kalibendo, Kabupaten Banyuwangi. Sedangkan isolasi dan identifikasi bakteri dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Jember. Tahap pengambilan foto bakteri dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada 24 Februari 2018 – 9 April 2018.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat Penelitian

Alat yang akan digunakan antara lain adalah : *autoklave*, mikroskop, cawan petri, *sentrifuse*, laminar, *effendrof*, ose, tabung reaksi, gelas ukur, kompor listrik, *L glass*, kaca benda dan kaca penutup, pipet, bunsen, dan mikropipet.

3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah di sekitar akar tanaman kopi Robusta yang terserang nematoda (*Pratylenchus coffeae*), media Azotobacter Agar (Mannitol), alkohol 70%, bahan pewarnaan gram, media untuk uji katalase, media uji oksidase, media uji reduksi nitrat, media uji indol, media uji motility, air destilasi.

3.4 Penentuan Populasi dan Sampel

3.4.1 Populasi Penelitian

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh lahan kopi Robusta Kalibendo, Kabupaten Banyuwangi yang terserang nematoda *Pratylenchus coffea*.

3.4.2 Sampel Penelitian

Sampel dalam penelitian ini adalah tanah yang berasal dari rhizosfer tanaman kopi Robusta yang terserang *Pratylenchus coffea* di Kalibendo, Kabupaten Banyuwangi.

3.5 Definisi Operasional

Peneliti memberikan pengertian untuk menjelaskan operasional penelitian agar tidak menimbulkan pengertian yang berbeda terhadap pembaca. Adapun definisi operasional dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Isolasi *Azotobacter* merupakan suatu teknik pengambilan atau pemindahan mikroba dari lingkungannya di alam dan menumbuhkannya sebagai biakan murni dalam medium buatan (Dewi, 2008). Pada penelitian ini isolasi dilakukan dengan memisahkan bakteri dari tanah di sekitar akar kopi Robusta yang terserang nematoda *Pratylenchus coffeae* menggunakan medium *Azotobacter Agar* (Mannitol), sehingga diperoleh biakan murni.
- b. *Azotobacter* adalah salah satu kelompok bakteri aerob yang mengkolonisasi permukaan akar dan mampu menghasilkan zat pemacu tumbuh (ZPT) giberelin, sitokinin dan *Indole Acetat Acid* (IAA) (Purwaningsih, 2012).
- c. Identifikasi adalah metode yang dilakukan untuk mengetahui secara rinci aktivitas - aktivitas bakteri. Identifikasi bertujuan untuk mengetahui genus atau jenis *Azotobacter* apa saja yang terdapat pada tanah di sekitar tanaman kopi robusta dan arabika di perkebunan Kalibendo yang endemik nematoda peluka akar (*Pratylenchus coffeae*).
- d. Rhizosfer adalah tanah yang menempel pada perakaran, yang digunakan dalam proses isolasi dalam penelitian ini.

- e. Bakteri proteolitik adalah bakteri yang mampu menghasilkan protease ekstraseluler. Protease adalah enzim proteolitik yang mampu mengkatalis pemutusan ikatan peptide protein.
- f. Komik adalah bentuk kartu yang mengungkapkan karakter dan peran suatu cerita dalam urutan yang erat, dihubungkan dengan gambar yang dirancang untuk memberikan hiburan dan informasi bagi pembacanya.

3.6 Desain Penelitian

Penelitian ini berupa penelitian eksploratif dengan subjek penelitian berupa bakteri pada rhizosfer tanaman kopi robusta yang terserang nematoda *Pratylenchus coffea* di perkebunan Kalibendo, Banyuwangi.

3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1 Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini dilakukan di tempat penelitian, tahap pertama adalah mempersiapkan pengambilan sampel rhizosfer tanaman kopi Robusta, Perkebunan Kalibendo, Kabupaten Banyuwangi. Tahap kedua adalah persiapan isolasi bakteri di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Pendidikan MIPA.

3.7.2 Sterilisasi Alat dan Bahan

Semua alat dan medium *Azotobacter Agar Mannitol* (medium yang digunakan untuk menumbuhkan bakteri) yang akan digunakan disterilkan menggunakan *autoclave* dengan temperatur 121°C dengan tekanan 15 lb/in selama 15 menit (untuk medium), sedangkan untuk sterilisasi alat selama 25 menit (Marlina, 2008).

3.7.3 Isolasi *Azotobacter*

Mengambil tanah dari rhizosfer tanaman kopi Robusta yang terserang nematoda *Pratylenchuss coffeae* sebanyak 1 gram, kemudian ditambahkan larutan garam fisiologis sebanyak 9 ml. Setelah itu dikocok menggunakan vortex hingga homogen dan diambil 1 ml untuk diencerkan secara seri hingga pengenceran 10^{-5} . Selanjutnya sebanyak 0,1 ml larutan dari pengenceran 10^{-3} sampai 10^{-5} dimasukkan

ke dalam cawan berisi medium NA dan kemudian diratakan menggunakan *L-glass*. Setelah itu diinkubasi selama 1 hari (24 jam). Koloni yang tumbuh kemudian pada saat isolasi kemudian dimurnikan. Ambil koloni yang akan dimurnikan, tanam pada medium *Azotobacter Mannitol* menggunakan metode *streak* dan dinkubasi selama 3 – 5 hari. Setelah mendapat biakan murni maka selanjutnya adalah menanam bakteri pada medium *Azotobacter Mannitol* miring dengan metode *streak* dan disimpan di dalam lemari es sebagai stok.

3.7.4 Peremajaan Isolat *Azotobacter*

Peremajaan bakteri dilakukan dengan metode *streak plate* pada medium *Azotobacter Mannitol* dan diinkubasi pada suhu ruang selama 3 – 5 hari.

3.7.5 Identifikasi Bakteri

Identifikasi bakteri dilakukan dengan melakukan pengujian sifat – sifat morfologi, fisiologi dan biokimia dari bakteri. Tujuan dari identifikasi bakteri adalah untuk mengetahui jenis bakteri hingga tingkat genus bahkan spesies.

a. Karakterisasi Morfologi

Karakterisasi morfologi makroskopis meliputi:

1) Pada medium lempeng yang diamati adalah

- a) Pertumbuhan yaitu pertumbuhan koloni dipermukaan atau dibawah medium.
- b) Permukaan koloni: lincin, kasar, membentuk lingkaran *konsentrik*, seperti sisir radiat.
- c) Bentuk koloni: *circular, filaments, irregular, curled, punctiform, amoeboid, rhizoid, myceloid*.
- d) Elevasi: *raised, flat, convex, umbonates*.
- e) Bentuk struktur dalam: *filament, amorf, curled, konsentrik*, butir halus atau kasar.
- f) Bentuk tepi: *undulate, entire erose, lobate, filamentous, curled*.

2) Pada medium miring

Langkah kerja pada pengamatan medium miring adalah dengan menanam streak pada medium *Azotobacter Mannitol* yang dimiringkan pada tabung reaksi. Adapun yang diamati adalah sebagai berikut:

- a) Bentuk pertumbuhan: *filiform, beaded, echinulate, arborscent, spreading, rhizoid, plumose*
- b) Bau: bau, tidak berbau

3) Pada medium tegak

Langkah kerja pada pengamatan yang dilakukan pada medium *Azotobacter Mannitol* tegak adalah dengan mengambil sedikit isolat bakteri murni menggunakan jarum – N steril kemudian ditusukkan hingga setengah dari ketinggian medium. Adapun yang diamati pada medium tegak adalah bentuk pertumbuhan pada bekas tusukan, yaitu: *echinulate, beaded, filiform, villous, arborscent, rhizoid*.

4) Pada medium cair

Langkah kerja pengamatan yang dilakukan pada medium *Azotobacter Mannitol Broth* adalah dengan mengambil sedikit isolat murni menggunakan ose steril kemudian dicelupkan sedikit ke dalam medium. Adapun yang perlu diamati adalah:

- a) Pertumbuhan pada permukaan : *ring, flocculent, pellicle, membranous*, tak membentuk selaput
- b) Bau : bau, tak berbau
- c) Kekeruhan : sedikit, sedang, hebat
- d) Endapan : kompak, berbentuk dan ukurannya tidak tertentu, granuler, butir- butir, berlapis – lapis, kental, banyak sekali, sedikit, tidak ada endapan

b. Karakteristik fisiologi

1) Pewarnaan Gram

Pewarnaan gram dilakukan dengan cara:

- a) Membersihkan kaca objek menggunakan alkohol
- b) Mengambil isolate bakteri dengan menggunakan jarum ose secara aseptik lalu mengoleskan pada kaca objek

- c) Menetesi isolat bakteri dengan Kristal violet dan dibiarkan selama 1 menit, lalu dibilas dengan air mengalir
- d) Mengering anginkan kaca benda
- e) Menetesi isolat bakteri dengan larutan iodine dan dibiarkan selama 1 menit, lalu dibilas dengan air mengalir
- f) Mengering anginkan
- g) Menetesi isolat bakteri dengan alkohol 95% selama 30 detik
- h) Mencuci dengan air mengalir
- i) Mengering anginkan hingga kering
- j) Menetesi isolat bakteri dengan safranin selama 30 detik
- k) Mencuci dengan air mengalir
- l) Mengering anginkan
- m) Melakukan pengamatan

Bakteri gram positif ditandai dengan warna ungu, warna ungu menunjukkan bahwa bakteri tersebut mampu mengikat warna kristal violet, sedangkan pada bakteri gram negatif ditandai dengan warna merah muda (Hadioetomo, 1993).

2) Uji Motilitas

Uji motilitas dilakukan dengan cara:

- a) Meletakkan 1 tetes isolat bakteri pada gelas penutup
- b) Meletakkan gelas penutup tersebut secara terbalik pada *hanging droup*
- c) Mengamati pergerakan bakteri pada mikroskop

3) Pewarnaan Kapsul

Pewarnaan kapsul dilakukan dengan cara:

- a) Membersihkan gelas benda dengan alkohol, kemudian ganggang di atas nyala lampu spiritus.
- b) Mengambil isolat biakan murni bakteri sebanyak 5 atau 6 ose dan meletakkan pada gelas benda.
- c) Menetesi isolat dengan asam cuka glasial selama kurang dari 10 detik.

- d) Menetesi dengan larutan cat carbol fuchsin di atas gelas benda.
Lalu mencuci sisa cat dengan air mengalir.
- e) Mengamati preparat dengan menggunakan mikroskop.

c. Karakterisasi Biokimia

1) Uji Katalase

Uji katalase dilakukan dengan cara:

- a) Meletakkan 2 tetes H_2O_2 pada kaca objek yang bersih
- b) Mengambil isolat bakteri menggunakan jarum ose
- c) Memindahkan ke kaca objek dan dicampurkan.

Uji positif ditandai dengan terbentuknya gelembung – gelembung oksigen.

2) Uji Indol

Uji indol dilakukan dengan cara:

- a) Menggunakan media pepton 1%.
- b) Menginokulasikan isolat bakteri pada medium tersebut.
- c) Menginkubasi pada suhu $37^\circ C$ selama 24-48 jam.
- d) Menambah reagen *Kovac's* setelah diinkubasi.

Hasil negatif jika tidak terbentuk lapisan cincin berwarna merah pada permukaan biakan, artinya bakteri tersebut tidak membentuk indol dari tryptophan sebagai sumber karbon. Hasil positif jika terbentuk lapisan cincin berwarna merah pada permukaan biakan, artinya bakteri ini membentuk indol dari tryptophan sebagai sumber karbon.

3) Uji Reduksi Nitrat

Uji ini dilakukan dengan cara:

- a) Menginokulasikan isolat bakteri pada medium masing – masing dua tabung.
- b) Menggunakan medium tanpa inokulum sebagai kontrol.
- c) Menginkubasi selama dua hari dalam suhu $37^\circ C$.
- d) Memasukkan 1 ml larutan asam sulfanilat dan larutan α -naphthylamine dalam masing-masing tabung.

e) Menggojok tabung.

Jika setelah digojok terbentuk warna merah menunjukkan terbentuknya nitrit. Pada tabung yang tidak memperlihatkan perubahan warna, perlu ditambahkan bubuk Zn untuk melihat reduksi nitrat menjadi nitrit. Indikasi terbentuknya nitrat, maka warna akan berubah menjadi merah muda atau merah.

4) Uji Pigmen

Uji pembentukan pigmen dilakukan dengan cara:

- a) Menginokulasi isolat bakteri pada masing masing 2 tabung untuk tiap biakan murni bakteri dan 1 medium untuk kontrol.
- b) Menginkubasi 1 seri pada temperature kamar dan 1 seri pada temperatur 37°C selama 1 minggu atau sampai pembentukan pigmennya baik.
- c) Setelah inkubasi, sediakan beberapa tabung reaksi. Pada masing-masing tabung teteskan beberapa tetes zat pelarut berlainan, yaitu alkohol, eter, khloroform dan aseton.
- d) Mengambil sedikit biakan bakteri yang tumbuh dalam medium menggunakan ose kemudian suspensikan pada masing- masing zat pelarut.
- e) Menutup tabung reaksi dan menggojog kuat-kuat.
- f) Mengamati warna dan sifat difusi pigmen-pigmen ke dalam medium dan daya kelarutan pigmen oada bermacam-macam zat pelarut.

3.7.6 Identifikasi Menggunakan *Bergey's*

Semua bakteri di uji dengan uji pewarnaan gram dan uji KOH untuk menentukan gram bakteri, kemudian bakteri tersebut ditentukan genusnya dengan menggunakan uji tahan asam, spora motilitas, katalase, dan oksidatif-fermentatif (O-F). Setelah menemukan genus maka dilakukan uji sesuai dengan genus yang ditemukan. Misal *Azotobacter* maka dilakukan uji temperature 60°C, indol, nitrat, pH 4,5, mannitol, dan NaCl. Selain menggunakan metode *Bergey's*, identifikasi manual juga dilakukan dengan merujuk dari jurnal – jurnal penelitian yang sejenis.

3.7.7 Uji Potensi Proteolitik *Azotobacter*

Uji Potensi proteolitik dilakukan dengan cara menumbuhkan bakteri pada medium *Skim Milk Agar* (SMA) (Zahidah, 2013). Bakteri ditumbuhkan dan diinkubasi dengan incubator menggunakan suhu 30° selama 48 jam (Setiawan, 2016). Aktivitas proteolitik bakteri dapat diketahui dengan terlihatnya areal bening yang muncul disekita koloni (Baehaki, 2011).

3.8 Penyusunan Media Komik Strip

Hasil penelitian ini kemudian dimanfaatkan sebagai media komik strip. Produk komik strip ini berguna sebagai bacaan untuk menambah pengetahuan bagi masyarakat umum khususnya petani kopi mengenai *Azotobacter* dan peranannya dalam mengendalikan nematoda parasit *Pratylenchus coffeae*. Pengembangan dan penyusunan komik strip ini menggunakan model R2D2 (*Recursive, Reflective, Design and Development*) model. Pembuatan media komik strip dilakukan melalui dua tahap, yaitu tahap pembuatan sketsa secara manual dan dilanjutkan dengan merubah sketsa kedalam bentuk digital. Pembuatan komik secara manual dilakukan dengan membuat gambar dengan menggunakan sketsa tangan, sedangkan pembuatan secara digital merupakan tahapan selanjutnya untuk mempertajam pewarnaan gambar manual. Pengeditan dilakukan dengan menggunakan aplikasi *photoshop* untuk mempertajam gambar dan pewarnaan komik, sehingga dapat mendukung berjalannya alur cerita. Tokoh utama yang berperan dalam komik ini ada dua, yaitu King Praco (*Pratylenchus coffea*) dan Ksatria Azoto. King Praco merupakan raja nematoda parasit yang sangat jahat dan hobi melakukan invasi pada perakaran kopi petani sehingga mengakibatkan tanaman kopi rusak, mengurangi produksi kopi bahkan menyebabkan kematian tanaman kopi. Sedangkan ksatria Azoto merupakan ksatria pemberani yang memimpin perlawanan pada King Praco dan banyak membantu petani melawan King Praco. Komik strip ini akan diberi judul “Azotobacter Sahabat Petani Kopi”.

3.8.1 Model Pengembangan Komik Strip

Model pengembangan media pada penelitian ini difokuskan pada produk yang akan dihasilkan yaitu komik strip. Untuk mencapai tujuan ini digunakan

model R2D2 (*Recursive, Reflective, Design and Development*) model. Pada model R2D2, proses tidak beralih dari satu tahap ke tahapan berikutnya jika satu tahap telah selesai. Arti *recursive* dan *reflective*, satu masalah dapat ditinjau ulang beberapa kali selama proses berlangsung sehingga solusi, keputusan dan alternatif dapat muncul secara bertahap selama proyek berlangsung (Saz, 2015). Model ini memiliki tiga titik fokus utama yaitu pendefinisian, desain dan pengembangan, dan penyebarluasan.

Tahap mendefinisikan (*define*) dilakukan dengan melakukan kegiatan membuat analisis kebutuhan (*need assessment*) yang disebarkan pada masyarakat umum yang memiliki tujuan untuk dapat menentukan model pengembangan produk penelitian. Tahap selanjutnya yaitu desain dan pengembangan (*design and develop*). Tahap merancang dan mengembangkan (*design and develop*) dilakukan dengan menyusun skenario yang akan digunakan sebagai bahan dalam komik strip, menentukan tokoh utama dalam komik, menyusun sketsa secara manual, menyusun sketsa secara digital. Tahap mengembangkan dilakukan dengan mengembangkan hasil penelitian sebagai materi dari komik strip dan evaluasi oleh ahli dalam bidang materi, media dan pembaca komik. Saran-saran yang diberikan oleh para ahli dan pembaca komik digunakan sebagai bahan revisi komik sehingga dapat menghasilkan produk yang baik. Tahap menyebarkan (*disseminate*) dalam penelitian ini tidak dilakukan karena pengembangan hanya sampai pada uji validasi validator.

3.8.2 Uji Media Komik Strip

Uji media komik strip dilakukan setelah media komik strip selesai dibuat hingga akhir cerita. Uji validasi media komik strip dilakukan bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan hasil penelitian mengenai isolasi dan karakterisasi *Azotobacter* dari rizhosfer tanaman kopi Arabika dan kopi Robusta yang berpotensi mengendalikan serangan nematoda parasite *Pratylenchus coffea* dimanfaatkan oleh semua kalangan masyarakat, khususnya untuk petani kopi. Uji media komik strip ini dilakukan oleh dua validator, yaitu validator ahli media dan validator ahli materi, serta dilakukan penilaian respon pengguna yang memiliki keahlian khusus.

3.9 Analisis Data

3.9.1 Analisis Data Penelitian

Data yang diperoleh dari hasil identifikasi dan karakterisasi *Azotobacter* dari rhizosfer tanaman kopi Arabika dan Robusta yang terserang nematoda parasit (*Pratylenchus coffeae*) sebagai sumber data kualitatif. Analisis data hasil identifikasi dan karakterisasi tersebut juga digunakan sebagai acuan penyusunan serta pengembangan produk komik strip.

Identifikasi karakteristik morfologi dan biokimia spesies *Azotobacter* dianalisis berdasarkan tabel berikut.

Tabel 1. Karakteristik morfologi, biokimia dan identifikasi awal isolat bakteri pengikat nitrogen *Azotobacter*

Morf. koloni	Morf. Seluler	Uji Biokimia							Spesies
		GLU	MAL	MAN	OXI	CAT	INDOL	NITRATE	
A	Y	+	+	+	+	+	+	Nitrit	<i>A. vinelandii</i>
B	Y	+	D	+	+	+	+	Nitrit	<i>A. nigricans</i>
A	Y	+	+	D	+	+	+	Nitrit	<i>A. vinelandii</i>
A	X	D	-	-	+	+	+	Ammonium	<i>A. nigricans</i>
B	Z	+	+	+	+	+	+	Nitrit	<i>A. vinelandii</i>
B	Y	D	+	+	D	+	+	Nitrit	<i>A. chroococcum/</i> <i>A. nigricans</i>
B	Y	+	-	-	+	+	+	Ammonium	<i>A. nigricans</i>
A	Y	+	+	+	+	+	+	Nitrit	<i>A. vinelandii</i>
A	Y	+	D	+	D	+	+	Ammonium	<i>A. chroococcum/</i> <i>A. nigricans</i>
A	Y	+	-	-	+	+	+	Ammonium	<i>A. nigricans</i>
B	Y	-	D	-	-	+	+	Nitrit	<i>A. vinelandii</i>
A	Y	+	+	+	+	+	+	Nitrit	<i>A. chroococcum/</i> <i>A. nigricans</i>
B	X	-	-	-	+	-	+	Nitrit	<i>A. paspali</i>

Sumber: Jemenez (2011) dan Kasa, 2015.

Keterangan:

A : keputihan (krem), halus, tidak beraturan, mengkilap, diameter koloni 3-8mm

B : koloni transparan, mengkilap, diameter koloni 2-5 mm

X : gram negatif, basilus, pendek dan kecil

- Y : gram negatif, basilus, pendek dan besar
Z : kista
(+) : hasil tes positif
(-) : hasil test negatif
D : *Doubtful*, meragukan
GLU : glukosa
MAL : Maltosa
MAN : Mannitol
OXI : Uji oksidase
CAT : Uji katalase

3.9.2 Analisis Validasi Komik Strip

Analisis data mengenai kelayakan media komik strip diperoleh dari validator berupa data kuantitatif namun sebagian kecil bersifat deskriptif yang berupa saran dan komentar dari validator mengenai kelemahan dan keunggulan dari media komik strip tersebut. Validasi kelayakan media komik strip mengacu pada penilaian instrument BSNP (2014). Kriteria tingkatan penilaian komik strip ini nantinya akan menggunakan 4 tingkatan penilaian sebagai berikut:

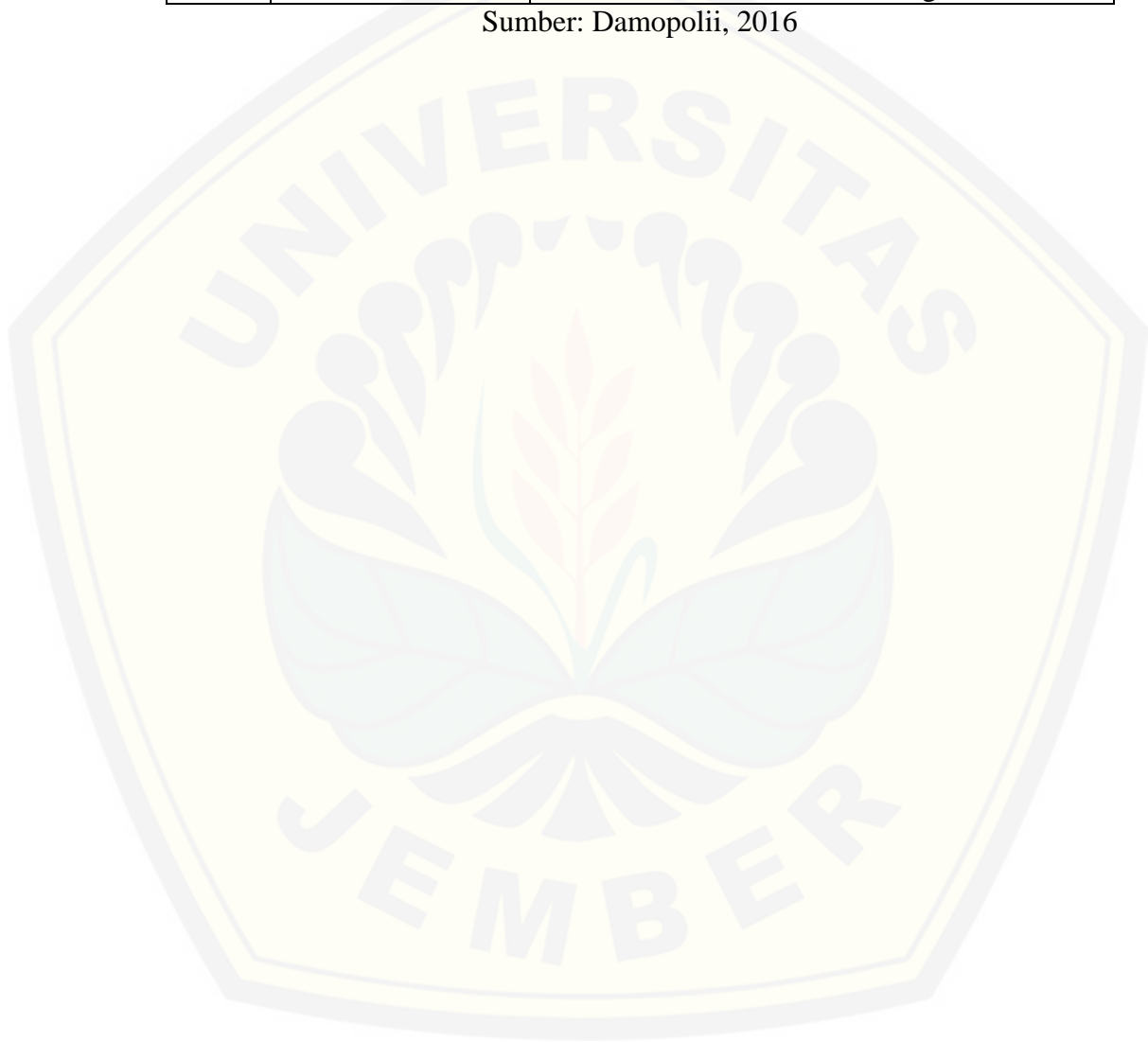
- a. Skor 1, apabila validator memberikan penilaian tidak baik pada tiap aspek;
- b. Skor 2, apabila validator memberikan penilaian kurang baik pada tiap aspek;
- c. Skor 3, apabila validator memberikan penilaian baik pada tiap aspek;
- d. Skor 4, apabila validator memberikan penilaian sangat baik pada tiap aspek;

Pada bagian akhir masing-masing komponen tersebut, penilai harus menuliskan hasil penilaian ($\frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimal masing-masing penilaian}} \times 100\%$) pada tempat yang tersedia dan memberikan penilaian deskriptif berupa kesimpulan mengenai isi dari komik strip tersebut. Adapun kriteria kelayakan komik strip dapat dilihat pada tabel a3.2.

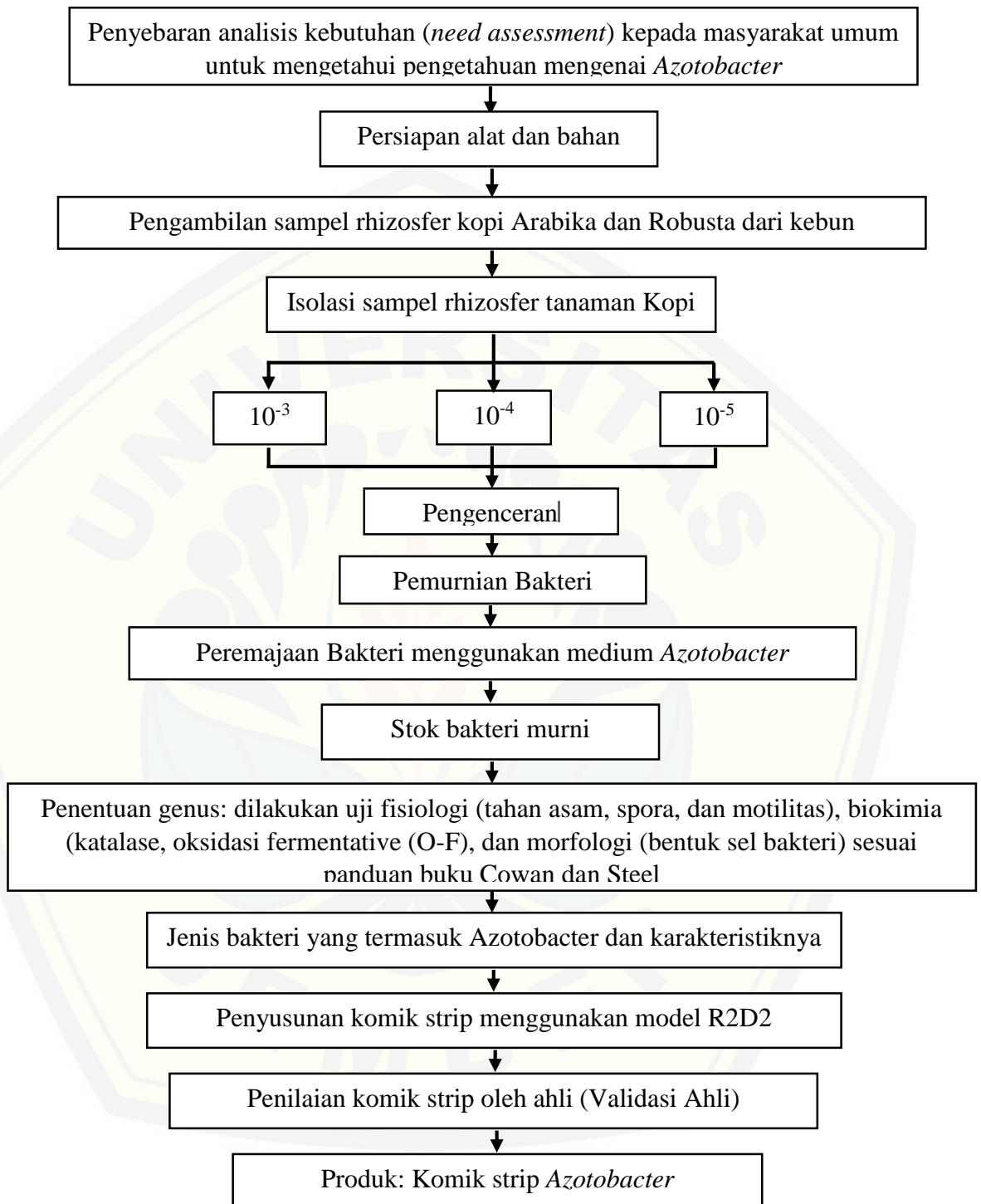
Tabel 3.2 Kriteria Kevalidan Data Angket Penilaian Validator

No.	Kriteria Validitas	Tingkat Validitas
1.	85,01% -100,00%	Sangat valid atau digunakan tanpa revisi
2.	70,01% - 85,00%	Cukup valid atau dapat digunakan namun perlu direvisi kecil
3.	50,01% - 70,00%	Kurang valid, disarankan tidak dipergunakan karena perlu revisi besar
4.	01,00% - 50,00%	Tidak valid, atau tidak boleh digunakan

Sumber: Damopolii, 2016



3.10 Desain Alur Penelitian



Gambar 3.1 Rancangan Alur Penelitian

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Pada rhizosfer tanaman kopi Robusta yang terserang nematoda parasit *Pratylenchus coffeae* ditemukan 7 isolat bakteri, 6 merupakan *Azotobacter* (isolat RA, RH, RI, RJ, 13K, dan 13M), sedangkan 1 isolat bakteri yaitu 13D bukan merupakan *Azotobacter*.
- b. Hasil uji proteolitik diketahui bahwa dari 6 isolat *Azotobacter* yang ditemukan. Hanya dua isolat bakteri yang diketahui mampu menghasilkan enzim proteolitik, yaitu isolat RH dan RI.
- c. Komik strip yang berjudul “Azoto Sahabat Petani” layak digunakan sebagai sumber informasi yang menarik bagi masyarakat umum berdasarkan hasil ahli. Hasil validasi ahli media adalah sebesar 40 dengan skor maksimal 48, persentase kelayakan sebesar 83, 3%. Hasil tersebut masuk dalam kategori valid, dengan sedikit revisi. Sedangkan berdasarkan ahli materi memiliki skor 52 dengan skor maksimal 68, presentase kelayakan sebesar 76, 5%. Hasil tersebut masuk dalam kategori valid, dengan sedikit revisi.

5.2 Saran

- a. Melakukan penelitian lebih lanjut dengan mengaplikasikan *Azotobacter* pada daerah yang endemik nematoda untuk dapat melihat potensinya sebagai agen hayati pengendali nematoda parasit.
- b. Perlu dilakukan uji lebih lanjut mengenai identifikasi spesies *Azotobacter* dari rhizosfer tanaman kopi Robusta yang terserang nematoda parasit.
- c. Bagi petani kopi agar tidak menggunakan nematisida untuk menanggulangi serangan nematoda parasit *Pratylenchus coffeae*, melainkan menggunakan menggunakan agen hayati.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Hamid, M.S., A. F. Elbaz., A. A. Ragab., H. A. Hamza., dan K. A. El Halafawy. 2010. Identification and Characterization of *Azotobacter chroococcum* Isolated from some Egyptian Soils. *J. of Agricultural Chemistry and Biotechnology*. Vol. 1(2): 93-104.
- Agisti, A., N. H. Alami., dan T.N. Hidayati. 2014. Isolasi dan Dentifikasi Bakteri Penambat Nitrogen Non Simbiotik pada Lahan Restorasi dengan Metode Legume Cover Crop (LCC) di Daerah Pasirian Lumajang Jawa Timur. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. Vol. 3 (2).
- Akram, M., Rizvi, R., Sumbul, A., Ansari, R. A., & Mahmood, I. 2016. Potential Role of Bio-inoculants and Organic Matter for The Management of Root-knot Nematode Infesting Chickpea. *Soil and Crop Sciences*. Vol.2:1-13.
- Alnopri., P., & Hermawan, B. 2011. Idiotipe Kopi Arabika Tanaman Belum Menghasilkan pada Lingkungan Dataran Rendah dan Menengah. *Agrovigor*. Vol. 4 (2).
- Ambasari, H., E. Udayani., Mulyono., & D. H. Akhadi. 2015. Pengaruh Penambahan Inokulum *Azotobacter* sp. Terhadap Pertumbuhan Tanaman *Sorghum bicolor* untuk Aplikasi Fitoremediasi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. Vol. 17 (1):1-6.
- Amira, S., Shawky, S. M., & Omar, M.N.A. 2011. Efficiency of Bioagents in Controlling Root- Knot Nematode on Acacia Plant in Egypt. *Journal Agriculture and Environ. Science*. Vol. 10 (2): 223 – 229.
- Asyiah, I. N., Seokarto., Husain, M., Iqbal, M., Hindersah, R., Narulita, E., & Mudakir, I. 2018. The Endophytic Bacteria Isolation as Biological Control Agent of *Pratylenchus coffeae*. *Asian Journal of Microbiol. Biotech. Env. Sc*. Vol. 20 (1):165-171.
- Asyiah, I. N., Wiryadiputra, S., & Harni, R. 2015. Populasi *Pratylenchus coffea* (Z.) dan Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika Akibat Inokulasi *Pseudomonas diminuta* L. dan *Bacillus subtilis* (C.). *Buletin Perkebunan*. 31 (1): 30 -40.

- Baehaki, A., Rinto., & Budiman, A. 2011. Isolasi dan Karakterisasi Protease dari Bakteri Tanah Rawa Indralaya, Sumatra Selatan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. Vol. 23 (1).
- Bag, P.B., P. Panda., dan B. Paramanik. 2017. Atmospheric Nitrogen Fixing Capacity of *Azotobacter* Isolate from Coach Behar and Jalpaiguri Districts Soils of West Begal, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. Vol. 6(3).
- Bansal, R.K., dan V.K. 2002. Antagonistic Efficacy of *Azotobacter chroococcum* against *Meloidogyne javanica* Infecting Brinjal. *Indian Journal Nematol*. Vol. 32(2): 132- 134.
- Cabi. 2017. *Pratylenchus coffeae*. [Online]. <http://www.cabi.org/isc/datasheet/43895>. (Diakses tanggal 1 Oktober 2017).
- Chairani, O., R. S. Budiarti., dan W.D. Kartika. 2016. Identifikasi Bakteri Tanah di Kebun Botani Biologi FKIP Universitas Jambi. *Bio-site*. Vol.2 (1):1-51.
- Chairman, K., M. Amuthan., S. Ramesh., K. Vasanthi., dan A. J. A. Ranjit Singh. 2013. Isolation and identification of Bio-fertilizing Microorganisms from Soil Samples and Determination of Growth Condition in Chilly and Cluster Beans. *Medical Plant Research*. Vol. 3 (6): 44-51.
- Chennappa, G., Adkar, P. C. R., Naik, M. K., Suraj U., dan Sreenivasa, M.Y. 2014. Impact of Pesticides on PGPR Activity of *Azotobacter* sp. Isolated from Pesticide Flooded Paddy Solis. *Greener Journal of Agricultural Sciences*. Vol. 4 (4).
- Daryanto. 2013. *Media Pembelajaran*. Yogyakarta: Gava Media.
- Damopolii, I., & Nunaki, J.H. 2016. Pengembangan Media Pembelajaran Komik IPA Terpadu Materi Sistem Pencernaan pada Manusia. *Pancaran*. Vol. 5 (3): 61-70.
- Dewi, I. M. 2008. Isolasi Bakteri dan Uji Aktifitas Kitinase Termofilik Kasar dari Sumber Air Panas Tinggi Raja, Simalungun, Sumatera Utara. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Direktorat Jendral Perkebunan. Buku Statistik Kopi (Coffee) 2015-2017. <http://ditjenbun.pertanian.go.id/tinymcpuk/gambar/file/statistik/2017/Kopi-2015-2017.pdf> [diakses pada Agustus 2017].
- Djafaruddin. 2000. *Dasar – Dasar Pengendalian Penyakit Tanaman*. Jakarta: Bumi Aksara.

- Elisa. 2018. Morfologi dan Anatomi Nematoda. <http://elisa.ugm.ac.id/user/archive/download/29482/b4f4e33d1425a4e6> [diakses pada 31 Januari 2018].
- Fikri, E. Noor., & Liestiany, E. 2013. Efek Jarak Tanam Tomat dengan Kenikir terhadap Serangan *Meloidogyne* spp. pada Tanaman Tomat. *Agroscentise*. Vol. 20 (2).
- Firdausi, W. dan E. Zulaika. 2015. Potensi *Azotobacter* spp. Sebagai Pendegradasi Karbohidrat. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. Vol. 4(1).
- Firdausi, W., dan E. Zulaika. 2015. Potensi *Azotobacter* spp. Sebagai Pendegradasi Lipid dan Protein. *Bioeksperimen*. Vol.1(2).
- Fitrah, R., M. Irfan., dan Robbana S. 2017. Analisis Bakteri Tanah di Hutan Larangan Adat Rumbio. *Jurnal Agroteknologi*. Vol. 8 (1):17-22.
- Handayani, N. I., Misbachul, M., Nanik, I. S., dan Rizal, A. M. 2016. Isolasi Bakteri Heterotrofik Anaerobik pada Pengolahan Air Limbah Industri Tekstil. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*. Vol. 7. No. 1.
- Hanudin & B. Marwoto. Prospek Penggunaan Mikroba Antagonis sebagai Agen Pengendali Hayati Penyakit Utama pada Tanaman Hias dan Sayuran. *Jurnal Litbang Pertanian*. Vol. 31 No. 1.
- Harni, R., & Khaerati. 2013. Evaluation of Endhophytic Bacteria in Controlling of *Pratylenchus Coffeae* in Coffee. *Buletin RISTR*. 4 (2): 109 – 116.
- Hindersah, R. 2016. Selection and Bioassay of *Azotobacter* sp. Isolates to Improve Growth of Chili (*Capsicum annum* L.) on Entisols in Ambon. *Microbiol Indones*. Vol. 10 (4): 125 – 130.
- Hindersah, R., D. A. Sulaksana., & D. Herdiyantoro. Perubahan Kadar N Tersedia dan Populasi *Azotobacter* di Rizosfer Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) yang Ditanam di Dua Ordo Tanah dengan Inokulasi *Azotobacter* sp. *Agrologia*. Vol. 3 (1):10-17.
- Hulupi, R., & Mulyadi. 2007. Sebaran Populasi Nematoda *Radopholus similis* dan *Pratylenchus coffea* pada Lahan Perkebunan Kopi. *Pelita Perkebunan*. Vol. 23 (3): 176-182.
- Hulupi, Retno. 2008. Pemuliaan Ketahanan Tanaman Kopi Terhadap Nematoda Parasit. *Review Penelitian Kopi dan Kakao*. Vol.:24 (1): 16 – 34.

- Ibrahim, Arsyik., F. Aditya., & F. Delvia. 2015. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Buah Mangga (*Mangifera indica* L.). *Jurnal Ilmiah Manuntung*. Vol. 1(2): 159 – 163).
- Ismail. 2013. Representasi Budaya dalam Komik Strip Panji Koming. *Paramasastra, Jurnal Ilmiah Bahasa Sastra dan Pembelajarannya*. Vol. 1 (1).
- Itis. 2018. *Azotobacter*. [Online]. https://itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=118#null. (Diakses pada 26 Mei 2018).
- Jimenez, D. J., J. S. Montana., & M. M. Martinez. 2011. Characterization of Free Nitrogen Fixing Bacteria of the Genus *Azotobacter* Inorganic Vegetable- Grown Colombian Soils. *Brasilian Journal of Microbiology*. 42: 846- 858.
- Jnawali, A.D., R. B. Ohja., & S. Marahatta. 2015. Role of *Azotobacter* in Soil Fertility and Sustainability. *Adv Plants Agric Res*. 2 (6): 00069.
- Jutono. 1972. *Pedoman Praktikum Mikrobiologi Umum*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Kamus Besar Bahasa Indonesia. Proteolitik. <https://kbbi.web.id/proteolitik> [diakses pada 1 Februari 2018].
- Kardinan, A. & A. Ruhnayat. 2008. *Budi Daya Tanaman Obat secara Organik*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Kasa, P., H. Modugapalem., & K. Battini. 2015. Isolation, Screening, and Molecular Characterization of Plant Growth Promoting Rhizobacteria Isolates of *Azotobacter* and *Trichoderma* and Their Beneficial Activities. *Journal of Nature Science, Biology and Medicine*. Vol.6 (2).
- Kaur, I. 2014. Effect of nitrogen Fixing Bacteria *Azotobacter* and *Azospirillum* on the Growth of *Rosa polyantha*. *International Journal of Emerging Trends in Science and Technology*. Vol. 1(7).
- Khalimi, K. S. & M. Sudarma. 2013. Isolasi dan Identifikasi Rizobakteri dari Rhizosfer Kacang Tanah dan Uji Efektifitasnya dalam Mengendalikan Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Tomat. *E-Jurnal Agroteknologi Tropika*. Vol. 2 (4).
- Khotimah, K. & E. Zulaika. 2014. *Azotobacter* sebagai Bioakumulator Merkuri. *Jurnal Sains Pomits*. Vol. 3 No. 2.

- Kristiana, R. 2015. Keragaman Kapang pada Tanah Rizosfer Tanaman Tomat di Lahan Pertanian Konvensional. *Faktor Exacta*. Vol. 8(1)-74.
- Kurnia, K., N.H. Sadi., dan S. Jumianto. 2016. Isolasi Bakteri Heterotorof di Situ Cibuntu, Jawa Barat dan Karakterisasi Resistensi Asam dan Logam. *Al- Kaunyah: Journal of Biology*. Vol.9 (2):74-79.
- Lay, W. B. 1994. Analisis Mikroba di Laboratorium. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Marzinani Z., Aminafshar M., Asgharzadeh A., & Chamani M. 2012. Effect of Azotobacter population on physic- chemical characteristics of some soli samples in Iran. *Annals of Biological Research*. 3 (7): 3120- 3125.
- Mohamed, M.A., dan M.A. Hussein. 2007. Purification and Characterization of an Alkaline Protease Produced by the Bacterium *Xenorhabdus nematophila* BA2, a Symbion of Entomopathogenic Nematode *Steinernema carpocapsae*. *Res. J. Agric. & Biol. Sci.*, Vol. 3(5): 510-521.
- Moussa, M. Mohamed., & M. Said. 2017. Roselle Responsiveness to Application of Certain Bio and Mineral Fertilizers in Relation to Plant Parasitic Nematodes. *Asian Journal Nematology*. Vol. 6 (1):1-13).
- Mustaqim., R. M. Roza., dan L. F. Bernadeta. 2014. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Probiotik pada Saluran Pencernaan Ikan Lais (*Kryptopterus* spp.). *JOM FMIPA*. Vol. 1(2).
- Mustika, I. & Y. Nuryani. 2003. Penyakit-penyakit Utama Tanaman yang Disebabkan Oleh Nematoda. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Makalah pada "Pelatihan Identifikasi dan Pengelolaan Nematoda Parasit Utama Tumbuhan". Pusat Kajian Pengendalian Hama Terpadu (PKPHT)-HPT, Institut Pertanian Bogor, 26-29 Agustus 2009. 34 h.
- Najiyati, S. & Danarti (1998). *Kopi. Budidaya dan Penanganan Lepas Panen*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Nasaruddin. 2012. Respon Pertumbuhan Bibit Kakao Terhadap Inokulasi Azotobacter dan Mikoriza. *Jurnal Agrivigor*. Vol. 11 (2):300-315.
- Nelson, Richmond. 2017. *Azotobacter*. [Online]: <https://www.fertnz.co.nz/azotobacter/> (Diakses tanggal 10 Agustus 2017).
- Nugraha, E. Arif., D. Yulianti & Siti Khanafiyah. 2013. "Pembuatan Bahan Ajar Komik Sains Inkuiri Materi Benda untuk Mengembangkan Karakter Siswa Kelas IV SD". *Unnes Physics Education Journal*. UPEJ 2, (1), halaman 60-68.

- Nugroharini (2012). *Nematoda Parasit Tanaman*. Penerbit UPN Press, Surabaya.
- Nurinayati, Fitri. Nurmasari Sartono & Dian Evriyani. Pengembangan Media Pembelajaran dalam Bentuk Komik Digital pada Materi Sistem Imun di SMA Negeri 13 Jakarta. *Biosfer*. Vol. 7 (2).
- Panggabean, Edy. 2011. *Buku Pintar Kopi*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Pastra, D. A., Melki., dan Heron, S. 2012. Penapisan Bakteri yang BERSimbiosis dengan Spons Jenis *Aplysina* sp sebagai Penghasil Antibakteri dari Perairan Tagal Lampung. *Maspri Jurnal*. Vol. 4 (1); 77-82.
- Pelealu, J. B., R. R. Butarbutar., T. E. Tallei. 2017. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Rizosfir *Arachis pintoii* setelah Inokulasi Mikoriza Arbuskular dan Penambahan Pupuk Organik. *Jurnal Bioslogos*. Vol. 7 (2).
- Perdomo, F.R., Abril, J., Camelo, M., Galvan, A.M., Patrana, I., Taplas, D.R., & Bonilla, R. 2017. *Azotobacter chroococcum* as a Potentially Useful Bacterial Biofertilizer for Cotton (*Gossypium hirsutum*): Effect in Reducing N Fertilization. *Rev Argent Microbiol*. Vol. 49(4):377-383.
- Pranoto, E., & M. R. Setiawati. 2014. Penguji Kapasitas Penambat Nitrogen *Azotobacter* sp. Indigen dan Eksogen Secara *In-vitro* pada Tanah Andisol Areal Pertanian Teh. *Jurnal Penelitian Teh dan Kina*. Vol. 17(1):31-38.
- Pranoto, E., S. Pratiwi., H. Wachyuni., dan S. Anindita. 2015. Pola Sebaran Populasi *Azotobacter* sp. dan Bahan Organik pada Berbagai Kelas Kemiringan Lereng Perkebunan Teh Dataran Tinggi PPTK Gambung. *Biospecies*. Vol. 8(1):33-41.
- Prasetyawati, E. T., 2009. Bakteri Rhizosfer Sebagai Pereduksi Merkuri dan Agensia Hayati. http://eprints.upnjatim.ac.id/3253/1/wahyu_monograf.pdf [Diakses pada 17 Desember 2017].
- Pratiwi, Dini Restiyanti. 2015. Pemanfaatan Komik Strip sebagai Alternatif Pengembangan Bahan Ajar Memproduksi Cerita Ulang di SMA. *Semnas Pendidikan Bahasa Indonesia*.
- Purwaningsih, S., & Saefudin. 2012. Pengaruh Inokulasi Bakteri Penambat Nitrogen terhadap Pertumbuhan dan Hasil Panen Kedelai (*Glycine max* L.). *Jurnal Tek. Ling*. Vol. 3 (1): 13- 20.

- Purwohadisantoso, K., E. Zubaidah., dan E. Saparianti. 2009. Isolasi Bakteri Asam Laktat dari Sayur Kubis yang Memiliki Kemampuan Penghambatan Bakteri Patogen. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol. 10 (1):19-27.
- Puspitasari, F.D., M. Shovitri., dan N.D. Kuswytasari. 2012. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Aero Proteolitik dari Tangki Septik. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. Vol. 1 (1).
- Prayudyaningsih, R., Nursyamsi., & S. Ramdana. 2015. Mikroorganisme Tanah Bermanfaat pada Rhizosfer Tanaman Umbi di Bawah Tegakan Hutan Rakyat Sulawesi Selatan. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indo*. Vol. 1 (4).
- Rahardjo, Pudji. 2012. *Kopi: Panduan Budi Daya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Rahayu, D. Suci. 2016. *Trichoderma harzianum* dan *Trichoderma koningii* sebagai Agensia Pengendali Hayati Nematoda Parasit pada Tanaman Kopi. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*. Vol. 28 No. 3.
- Rahayu, B. 2009. Kemampuan Isolat Aktinomisetes Menghasilkan Enzim yang dapat Merusak Kulit Telur Nematoda Puru Akar *Meloidogyne* spp. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. Vol.15(1):22-28.
- Rahmi. 2014. Kajian Efektifitas Mikroba *Azotobacter sp.* Sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman Kakao (*Theobroma cacao L.*). *Jurnal Galung Tropika*. Vol. 3 (2): 44-53.
- Ravichandra, N. G. 2018. Horticultural Nematology. https://books.google.co.id/books?id=OfS_AwAAQBAJ&pg=PR15&lpg=PR15&dq=classification+of+pratylenchus+coffeae&source=bl&ots=VjAlSjnims&sig=p9XE2Nd4SG0y2ycdTjATBrlfgs&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwigham17K3cAhXJNo8KH28AYc4FBD0AQgoMAA#v=onepage&q=classification%20of%20pratylenchus%20coffeae&f=false. [Diakses pada 18 Juli 2018].
- Sakinah, A. L. dan E. Zulaika. 2014. Resistensi *Azotobacter* terhadap HgCl₂ yang Berpotensi Menghasilkan Enzim Merkuri Reduktase. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. Vol. 3(2): 2337-3520.
- Salamah, E. Husnul., & Mulawarman. 2014. Identifikasi Nematoda Parasit Tanaman Tebu di Pertanaman Tebu Lahan Kering PTPN VII Cinta Manis. *Semnas Lahan Suboptimal*.
- Saputro, A. D. 2015. Aplikasi Komik Sebagai Media Pembelajaran. *Muaddib* Vol. 05 (01): 2.

- Sari, D. Ratna. 2015. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Tanah yang Terdapat di Sekitar Perakaran Tanaman.
- Savitri, Ayu Ida. 2016. Strip Komik sebagai Wadah Peristiwa Budaya. *Sabda*. Vol. 11.
- Saz, J. A. 2015. Pengembangan Media Presentasi Interaktif Semi Laboratorium Virtual pada Pokok Bahasan Listrik Dinamis. *Jurnal Saintifik*. Vol. 1 (1).
- Sethi, S. K., dan S. P. Adhikary. 2012. *Azotobacter*: A Plant Growth-Promoting Rhizobacteria used as Biofertilizer. *Dynamic Biochemistry, Process Biotechnology and Molecular Biology*. Vol. 6(1):68-74.
- Setiawan, A., S. Arimurti., K. Senjarini., & Sutoyo. 2016. Aktivitas Proteolitik dan Firbrinolitik Isolat Bakteri dari Perairan Pantai Papuma Kabupaten Jember. *Berkala Sainstek*. Vol. IV No. 1:1-4.
- Setiawan, E. 2013. Interseksi Jenis-jenis Tindak Tutur pada Komik *Kambing Jantan* Karya Raditya Dika. *Skriptorium*. Vol.2 (2).
- Sulistiyowati, E., D. S. Rahayu & F. N. Aini. 2012. Aplikasi Jamur *Paecilomyces Lillacinus* untuk Menginduksi Ketahanan Tanaman Kopi Terhadap Nematoda Parasit, *Pratylenchus Coffeae*: Efektivitas Jamur *Paecilomyces Lillacinus* Strain 251 Terhadap Nematoda Parasit, *Pratylenchus Coffeae*. *Prosiding InSinas*.
- Susanto, Rachman. 2002. *Pertanian Organik*. Yogyakarta: Kanisius.
- Swibawa, I Gede. 2014. Komunitas Nematoda pada Tanaman Kopi (*Coffea canephora* var. *Robusta*) Muda di Kabupaten Tanggamus Lampung. *Agrotop*. Vol. 4 No. 2: 139 – 147.
- Untung, Kasumbogo. 2001. *Pengantar Hama Terpadu*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Wedhastri, S. 2002. Isolasi dan Seleksi *Azotobacter* spp. Penghasil Faktor Tumbuh dan Penambat Nitrogen dari Tanah Masam. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. Vol. 3 (1): 45-51.
- Widiastuti, H., Siswanto., & Suharyanto. 2010. Karakterisasi dan Seleksi Beberapa Isolat *Azotobacter* sp. untuk Meningkatkan PERkecambahan Benih dan Pertumbuhan Tanaman. *Buletin Plasma Nutfah*. Voh.16 (2).

- Widiastutik, N., & Alami, N. H. Isolasi dan Identifikasi *Yeast* dari Rhizosfer *Rhizophora mucronata* Wnonorejo. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. Vol. 3 No. 1.
- Widiyawati, I., Sugiyanta., & A. Junaedi. 2014. Peran Bakteri Penambata Nitrogen untuk Mengurangi Dosis Pupuk Nitrogen pada Padi Sawah. *Jurnal Agron. Indonesia*. Vol. 42 (2): 96- 102.
- Yulvizar, C. 2013. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Probiotik pada *Rastrelliger* sp. *Biospecies*. Vol. 5(2):1-7.
- Yuniati, R., Titania, T. N., & Puspita, F. 2015. Uji Aktivitas Enzim Protease dari Isolat *Bacillus* sp. Galur Lokal Riau. *JOM FMIPA*. Vol. 1. No. 2.
- Zahdah, D., & M. Shovitri. 2013. Isolasi Karakterisasi dan Potensi Bakteri Aerob sebagai Pendegradasi Limbah Organik. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. Vol. 2 No. 1.
- Zain, N. H. 2013. Pengembangan Komik Bahan Ajar IPA Terpadu Kelas VIII SMP pada Tema Sistem Pencernaan Manusia dan Hubungannya dengan Kesehatan. *Skripsi Program Studi Pendidikan IPA. Universitas Negeri Semarang*.
- Zalmansyah, Achril. 2013. Meningkatkan Perbendaharaan Kata (Vocabulary) Siswa dengan Menggunakan Komik Strip sebagai Media Pembelajaran Bahasa Inggris. *Kandai*. Vol.9 (2): 262-275.
- Zulaika E., Maya S., & Kuswytasari. 2014. Numerical Taxonomy for Detecting the Azotobacterial Diversity. The 8th Korean – Asean Joint Symposium on Biomass Utilization and Renewable Energy.

LAMPIRAN



Lampiran A. Matriks Penelitian

Judul	Latar Belakang	Rumusan Masalah	Sumber Data	Metode Penelitian
<p>ISOLASI, IDENTIFIKASI DAN UJI POTENSI PROTEOLITIK DARI RHIZOSFER TANAMAN KOPI ARABIKA DAN ROBUSTA YANG TERSERANG NEMATODA (<i>Pratylenchus coffeae</i>) SERTA PEMANFAATANNYA SEBAGAI KOMIK STRIP</p>	<p>Perkebunan Kalibendo terletak di Desa Kampung Anyar, Kec. Glagah, Kab. Banyuwangi. Berada di ketinggian 700 mdpl, perkebunan Kalibendo merupakan kawasan endemic nematoda parasite <i>Pratylenchus coffeae</i> (Hulupi, 2007). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Harni (2013) serangan <i>P. coffea</i> pada kopi Robusta menyebabkan menurunnya produksi hingga 57%, sedangkan pada kopi Arabika menyebabkan kerusakan hingga 80%.</p> <p>Melihat potensi kerusakan yang ditimbulkan oleh nematoda <i>P. coffea</i> maka perlu dilakukan pengendalian hayati. Salah satu kelompok bakteri yang diketahui sebagai agen pengendali hayati adalah <i>Azotobacter</i>. Bansal (2002) melaporkan bahwa <i>Azotobacter chroococcum</i> dapat menghambat penetasan juvenile <i>Meloidogyne incognita</i>. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Amira (2011) <i>Azotobacter chroococcum</i> dapat menghambat penetasan juvenile <i>Meloidogyne incognita</i> pada tanaman akasia (<i>Acacia farnesiana</i> L.)</p>	<p>a. Apa sajakah spesies <i>Azotobacter</i> yang berhasil diisolasi dari rhizosfer tanaman kopi arabika dan robusta yang terserang nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i>?</p> <p>b. Bagaimanakah karakter morfologi, biokimia, dan fisiologi <i>Azotobacter</i> yang diperoleh dari rhizosfer tanaman kopi arabika dan robusta yang terserang nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i>?</p> <p>c. Apakah <i>Azotobacter</i> berpotensi sebagai pengendali hayati Hama <i>P. coffeae</i>?</p> <p>d. Apakah komik strip mengenai <i>Azotobacter</i> layak digunakan sebagai komik strip</p>	<p>a. Data Primer: Diperoleh dari hasil isolasi, identifikasi dan uji potensi proteolitik <i>Azotobacter</i> dari rhizosfer tanaman kopi Arabika dan Robusta.</p> <p>b. Data Sekunder Diperoleh dari jurnal, buku, refensi internet, dan informasi lain yang mendukung.</p>	<p>Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksploratif. Penelitian ini dilakukan dengan mengidentifikasi mikroba tanah yang terdapat dalam akar kopi arabika dan robusta yang terserang nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i> dari PT. Perkebunan kopi Kalibendo, Kabupaten Banyuwangi</p>

	<p>Hingga saat ini belum ada penelitian yang membahas mengenai isolasi dan karakterisasi <i>Azotobacter</i> pada tanaman kopi dan potensinya sebagai pengendali hayati nematoda. Pemanfaatan <i>Azotobacter</i> sebagai pengendali hayati nematoda peluka akar <i>Pratylenchus coffeae</i> perlu dikaji dan diteliti lebih dalam dalam lagi dengan melakukan uji protease. Penyampaian informasi mengenai isolasi dan karakterisasi <i>Azotobacter</i> ini perlu disebarluaskan melalui media komik strip. Komik dipilih karena komik dapat diterapkan untuk menyampaikan pesan dalam berbagai cabang ilmu pengetahuan, selain itu penampilannya menarik.</p>	<p>untuk masyarakat umum?</p>		
--	---	-------------------------------	--	--

LAMPIRAN B. Isolasi Bakteri



B1. Pengambilan sampel rhizosfer dari lahan kopi Robusta Perkebunan Kalibendo, Banyuwangi



B2. Mengambil sampel tanah rhizosfer



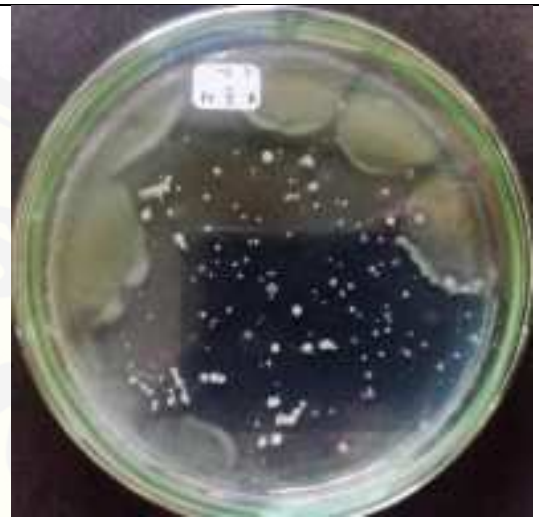
B3. Menimbang tanah seberat 1 gr untuk isolasi



<p>B4. Pembuatan medium <i>Azotobacter Mannitol</i></p>	<p>B5. Memasukkan medium yang telah dipanaskan pada tabung reaksi</p>	<p>B6. Sterilisasi medium</p>
--	--	--------------------------------------



B7. Proses isolasi rhizosfer Kopi Robusta



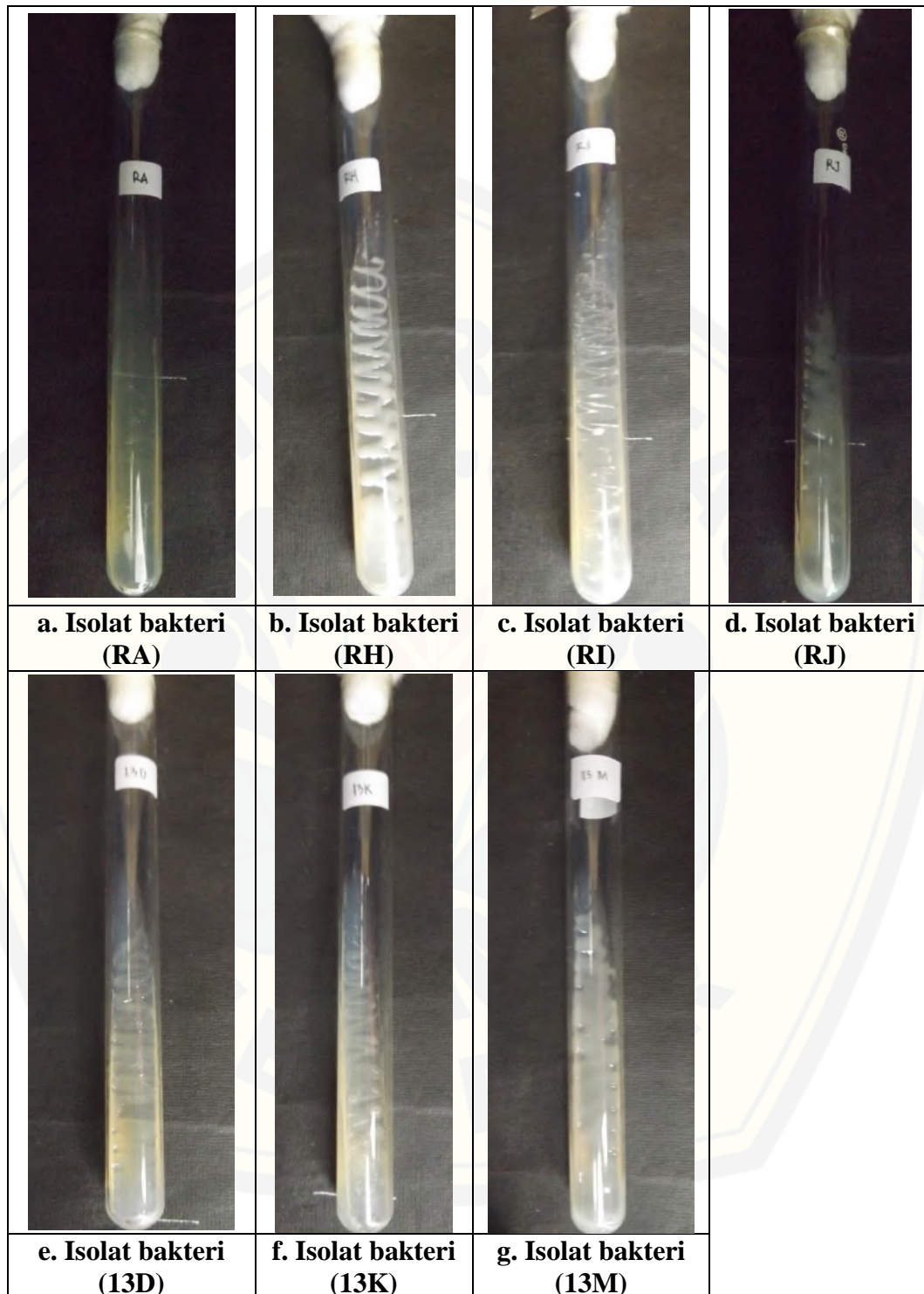
B8. Hasil yang diperoleh pada pengenceran 10^{-3}



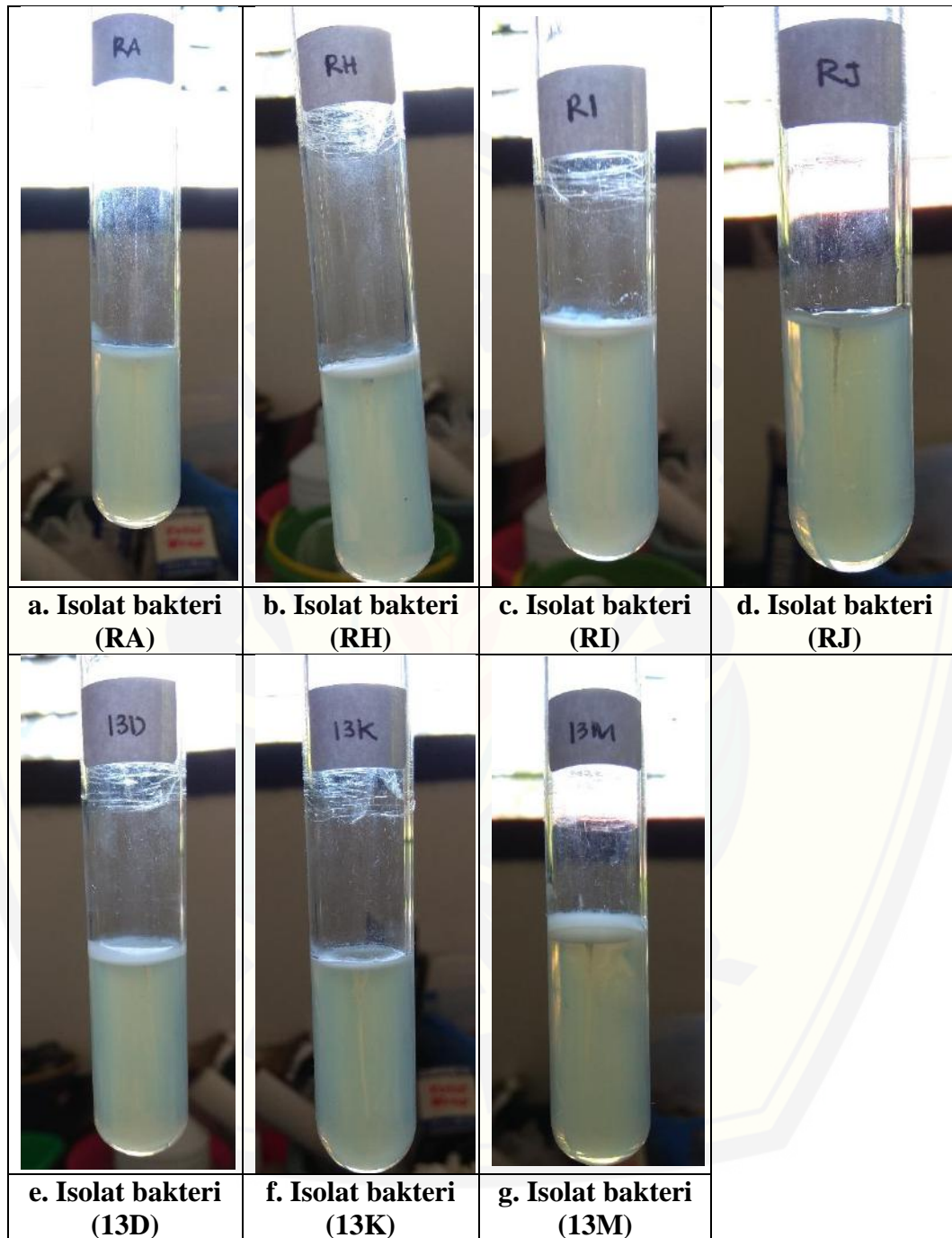
B9. Proses peremajaan bakteri





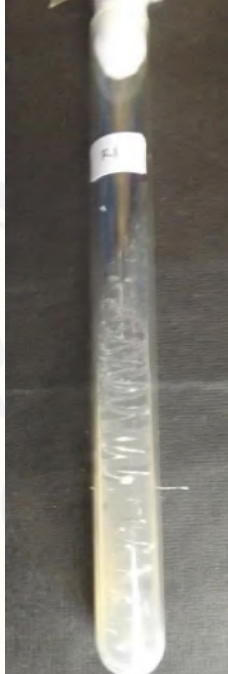
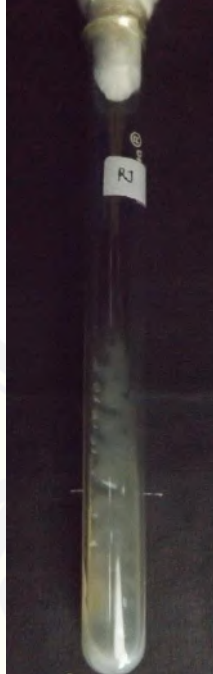



B10. Stok bakteri murni

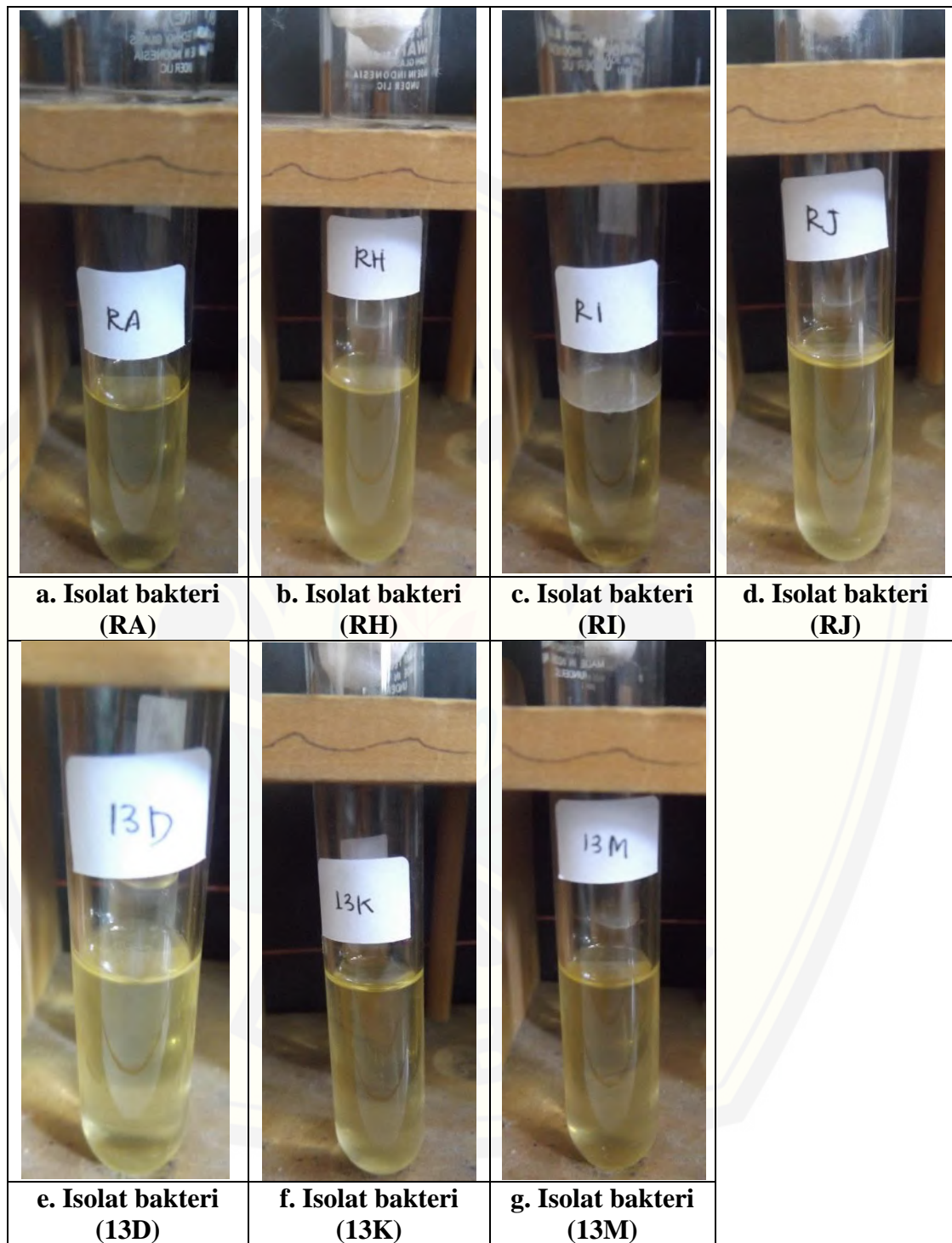
LAMPIRAN C. Isolat Bakteri Murni

LAMPIRAN D. Pengamatan Makroskopis
D1. Pengamatan Makroskopis Medium Tegak

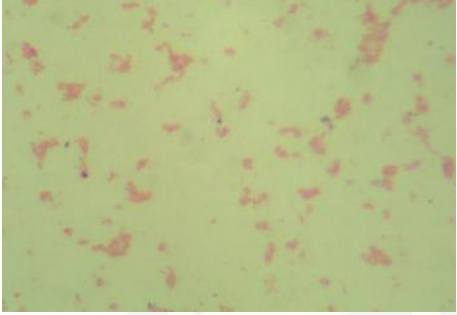
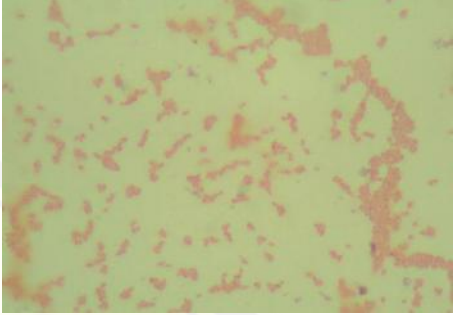
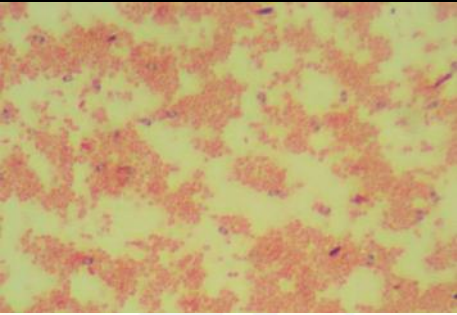
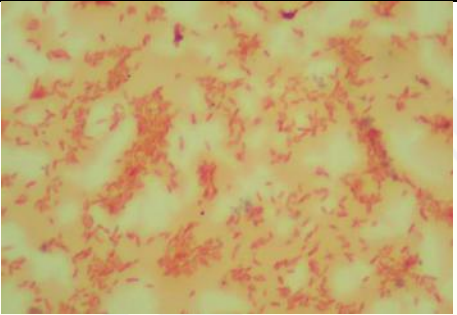

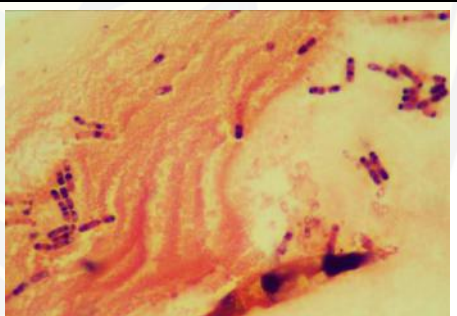



D2. Pengamatan Makroskopis Medium Miring

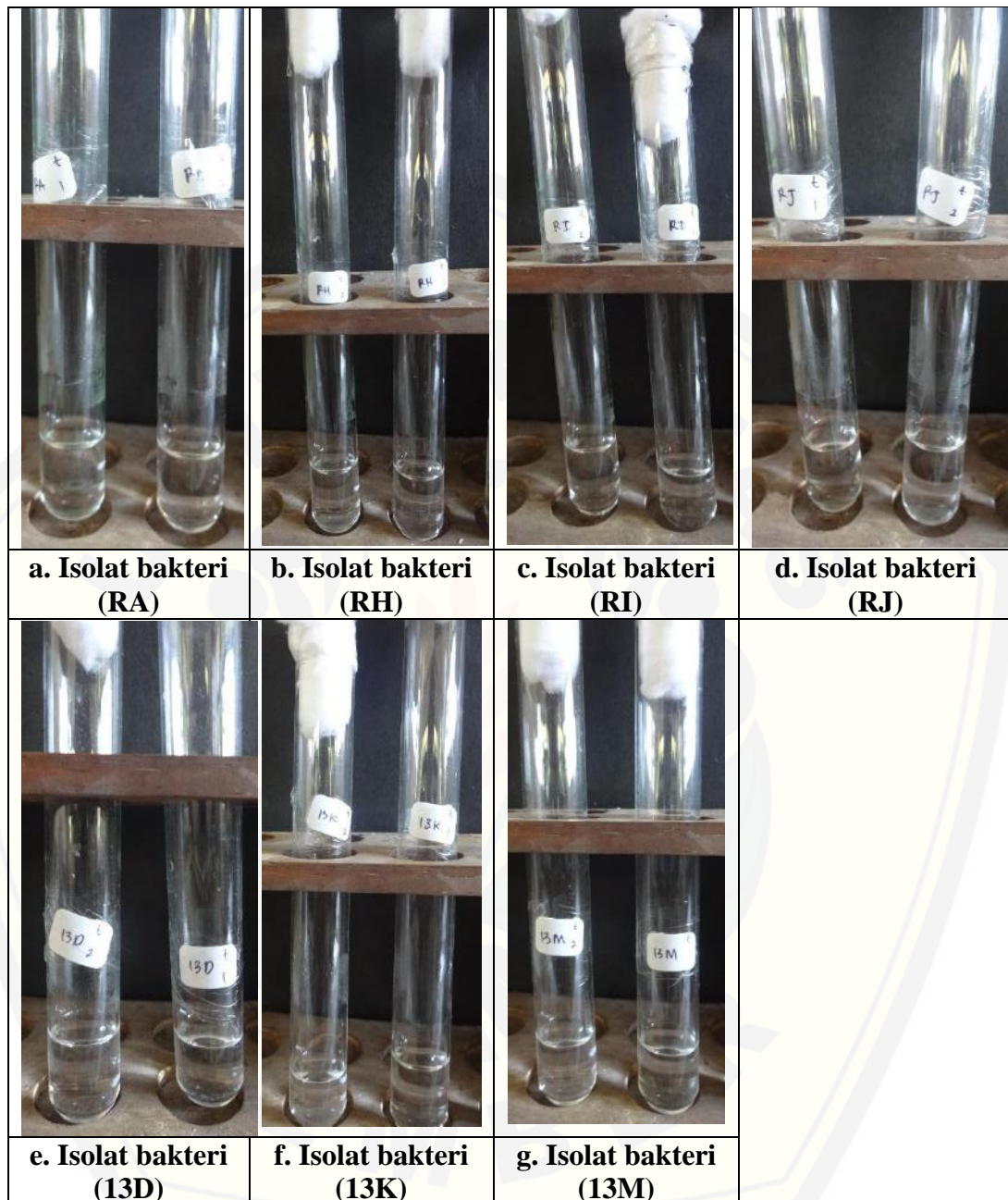
			
a. Isolat bakteri (RA)	b. Isolat bakteri (RH)	c. Isolat bakteri (RI)	d. Isolat bakteri (RJ)
			
e. Isolat bakteri (13D)	f. Isolat bakteri (13K)	g. Isolat bakteri (13M)	

D3. Pengamatan Makroskopis Medium Cair

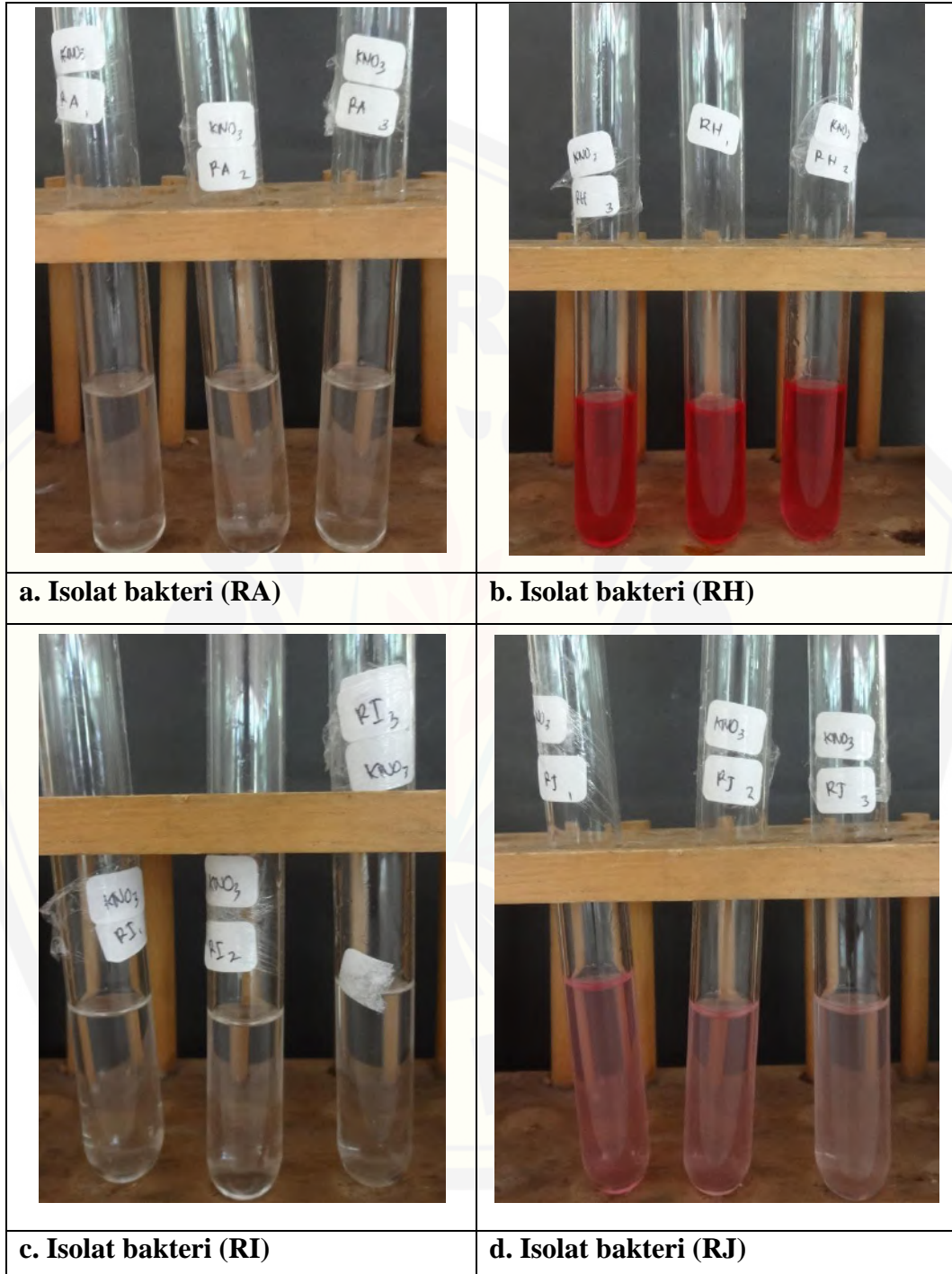
LAMPIRAN E. Uji Fisiologi**E1. Pewarnaan Gram (Perbesaran 1000x)**

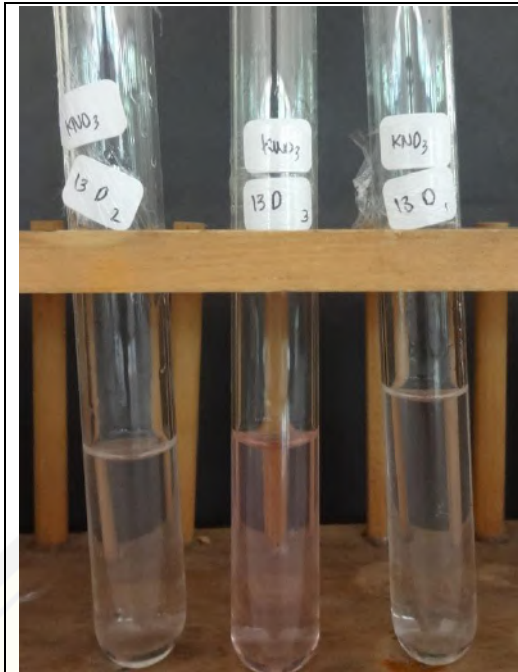
	
RA	RH
	
RI	RJ
	
13D	13K
	
13M	

E3. Uji Temperatur 60° C

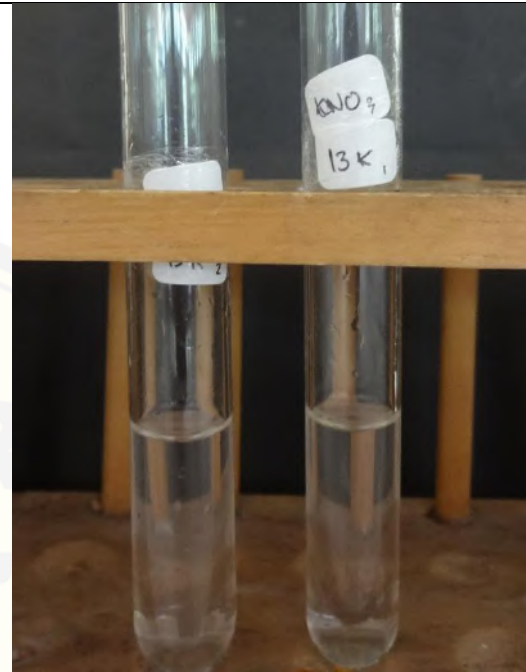


LAMPIRAN F. Uji Biokimia
F1. Uji Reduksi Nitrat KNO₃

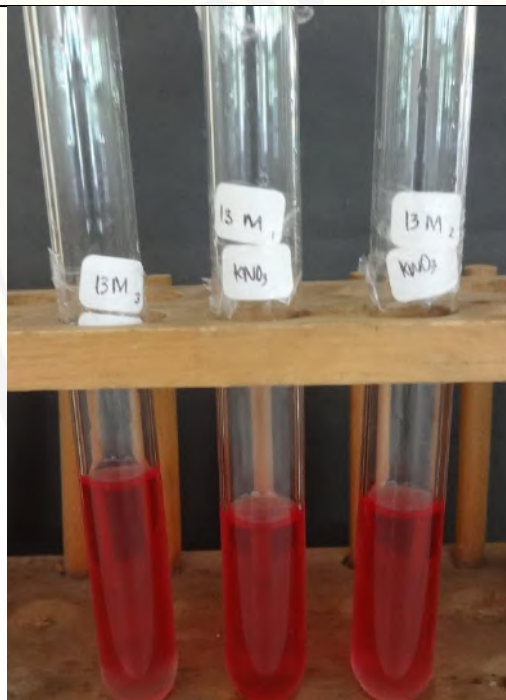




e. Isolat bakteri (13D)

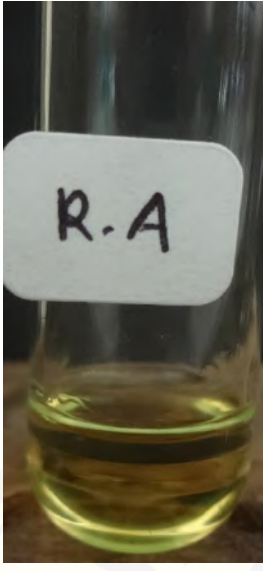
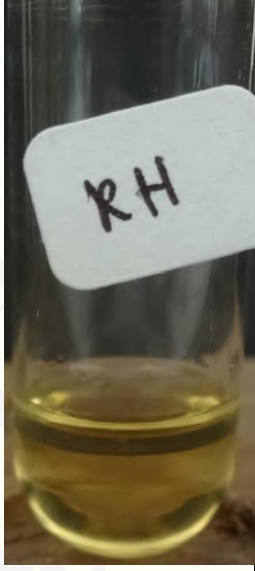
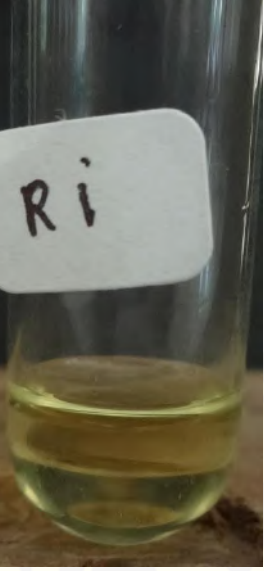
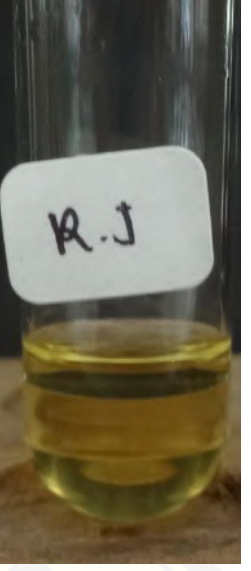
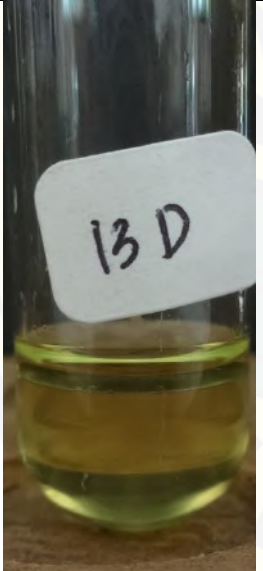
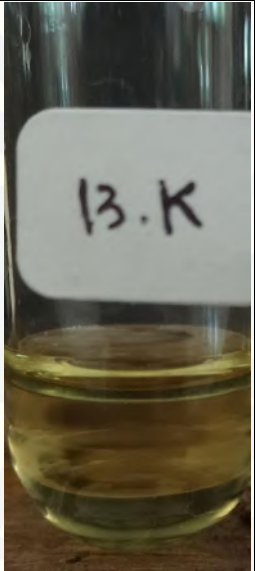
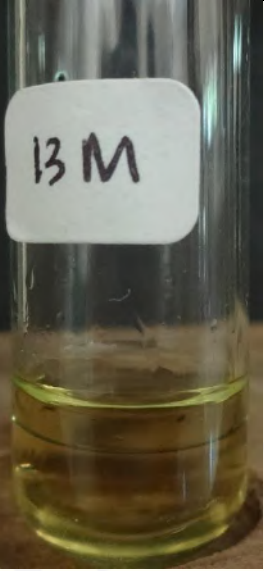


f. Isolat bakteri (13K)

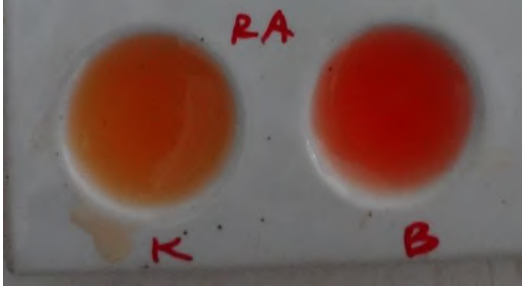


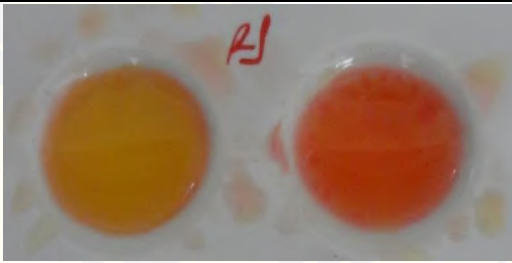


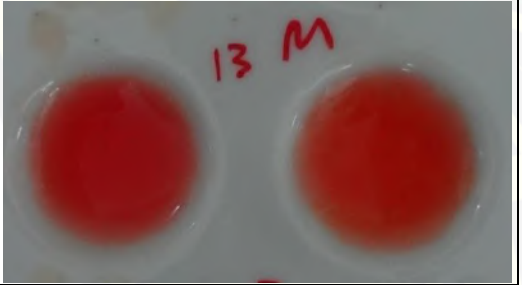


g. Isolat bakteri (13M)

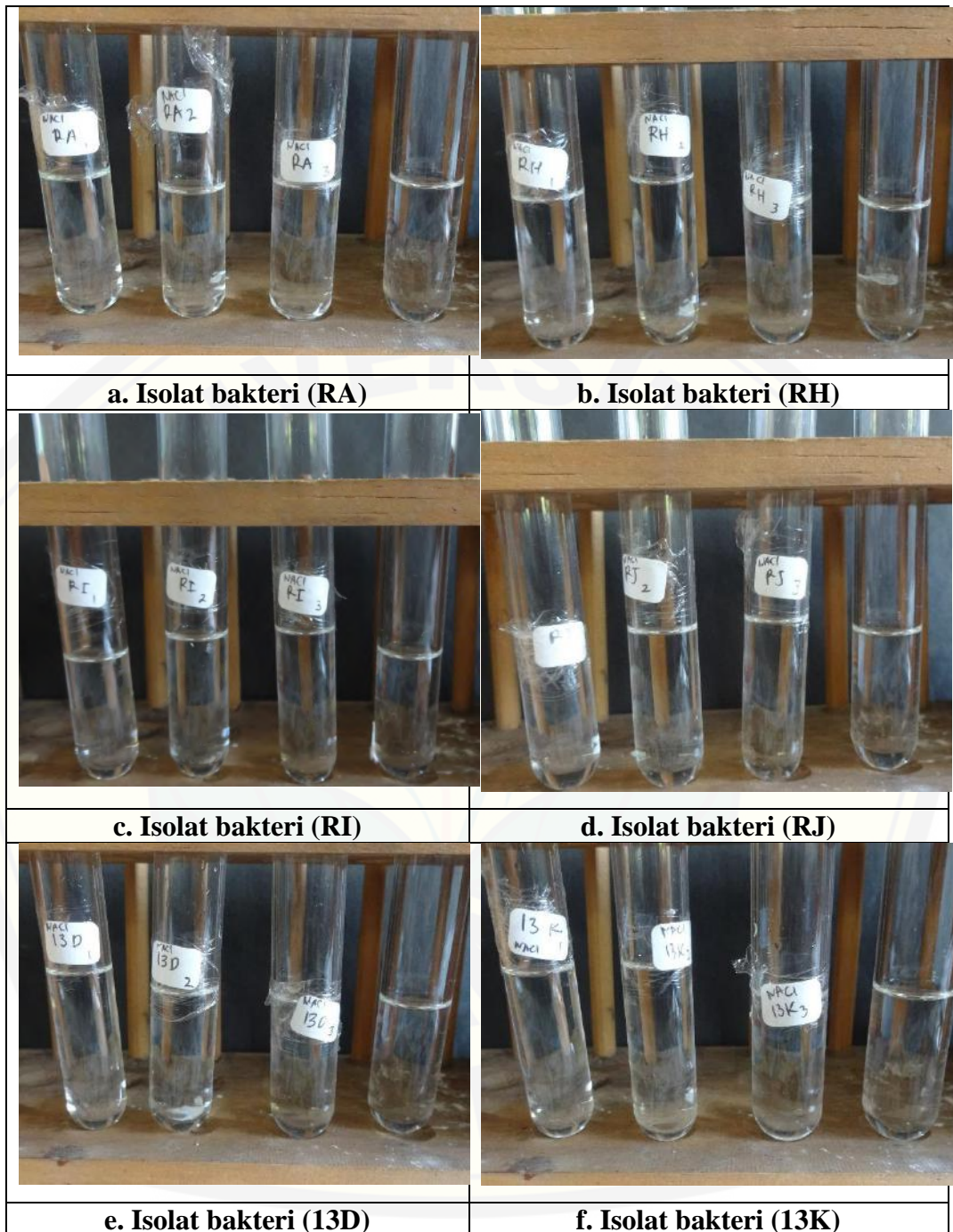
F2. Uji Indol

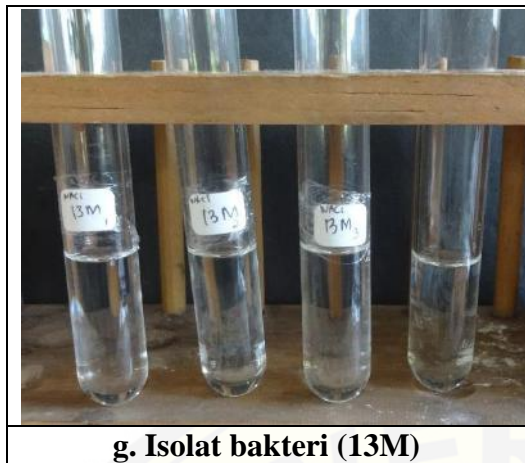
			
a. Isolat bakteri (RA)	b. Isolat bakteri (RH)	c. Isolat bakteri (RI)	d. Isolat bakteri (RJ)
			
e. Isolat bakteri (13D)	f. Isolat bakteri (13K)	g. Isolat bakteri (13M)	

F3. Uji Metil Red (MR)

	
a. Isolat bakteri (RA)	b. Isolat bakteri (RH)
	
c. Isolat bakteri (RI)	d. Isolat bakteri (RJ)
	
e. Isolat bakteri (13D)	f. Isolat bakteri (13K)
	
f. Isolat bakteri (13M)	

F4. Uji NaCl





g. Isolat bakteri (13M)

F5. Uji pH



a. Isolat bakteri (RA)



b. Isolat bakteri (RH)



c. Isolat bakteri (RI)



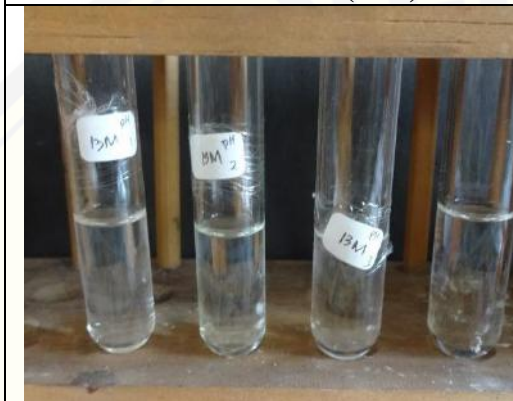
d. Isolat bakteri (RJ)



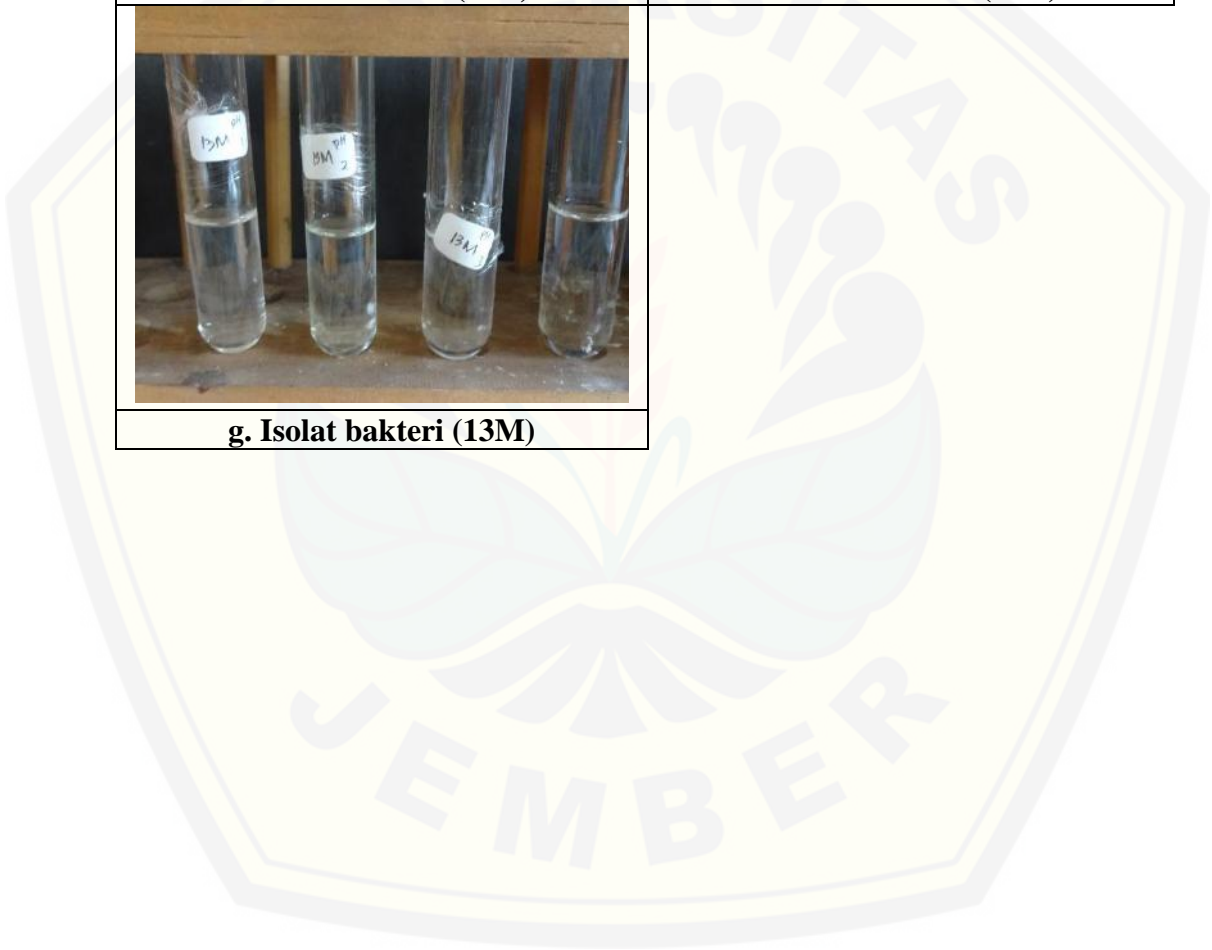
e. Isolat bakteri (13D)








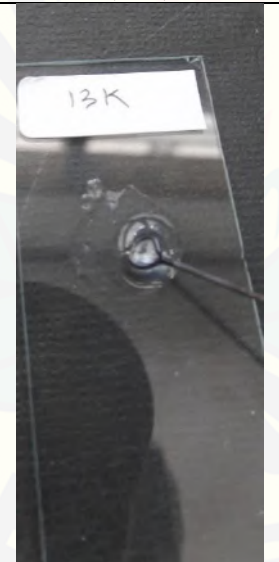
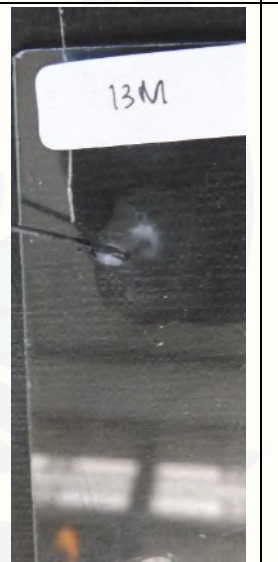
f. Isolat bakteri (13K)



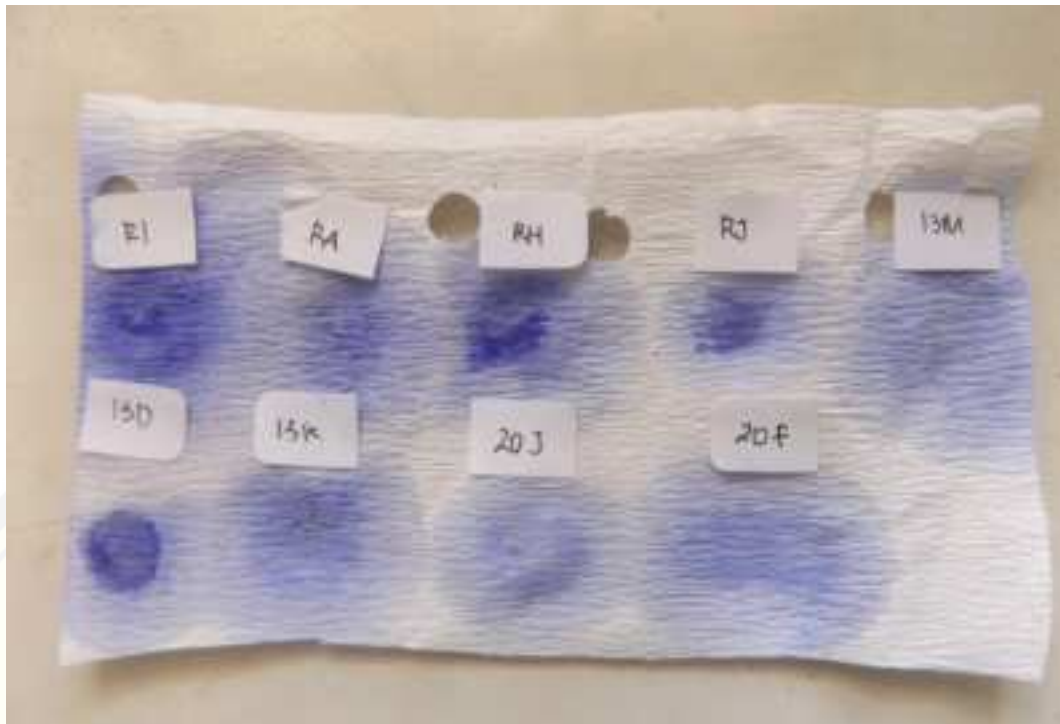
g. Isolat bakteri (13M)



F6. Uji Katalase

			
<p>a. Isolat bakteri (RA)</p>	<p>b. Isolat bakteri (RH)</p>	<p>c. Isolat bakteri (RI)</p>	<p>d. Isolat bakteri (RJ)</p>
			
<p>e. Isolat bakteri (13D)</p>	<p>f. Isolat bakteri (13K)</p>	<p>g. Isolat bakteri (13M)</p>	

F7. Uji Katalase



Lampiran G. Angket Analisis Kebutuhan

ANGKET ANALISIS KEBUTUHAN KOMIK STRIP
"ISOLASI DAN IDENTIFIKASI AZOTOBACTER DARI RHIZOSFER TANAMAN
KOPI ARABIKA DAN ROBUSTA YANG TERSERANG NEMATODA (*Pratylenchus*
***caffense*) DAN PEMANFAATANNYA SEBAGAI KOMIK STRIP"**

I. PETUNJUK UMUM

1. Mohon Bapak/Ibu/Saudara/i memberikan penilaian dengan memberikan tanda cek (✓) pada kotak yang tersedia di dalam angket ini.
2. Sebelum memberikan penilaian dalam angket ini, dimohon Bapak/Ibu/Saudara/i terlebih dahulu mengisi identitas diri pada tempat yang sudah disediakan di bawah ini.
3. Angket yang telah diisi dapat diserahkan kembali.

II. IDENTITAS PRIBADI

Nama Lengkap : Hal Yanaa Ridky

Jenis Kelamin : Laki - laki

Alamat : Perumahan Pathang II. Arsun
no. 13 Jember

Pekerjaan : Mahasiswa

Pendidikan Terakhir : SMA

1. Apakah Bapak/Ibu/Saudara/i mengenal tanaman kopi?
Ya Tidak

2. Apakah Bapak/Ibu/Saudara/i dapat membedakan tanaman kopi Robusta dan Arabika?
Ya Tidak

3. Menurut Bapak/Ibu/Saudara/i apa yang menyebabkan tanaman kopi rusak?
Nematoda Jamur Serangga

4. Bagaimanakah ciri-ciri tanaman kopi yang rusak?

Bercak Daun Layu Kerdil

(Jika anda tahu ciri-ciri lain, tuliskan di bawah ini)

Daun menguning, daun tua, produktifitas
Tanaman menurun

5. Apakah Bapak/Ibu/Saudara/i mengenal *Pratylenchus coffeae* ?

Ya Tidak

6. Apakah Bapak/Ibu/Saudara/i mengetahui cara pengendalian secara biologis/alami tanaman kopi yang terserang *Pratylenchus coffeae* ?

Ya Tidak

7. Apakah Bapak/Ibu/Saudara/i mengetahui tentang adanya pengendalian hayati menggunakan mikroorganisme?

Ya Tidak

8. Apakah Bapak/Ibu/Saudara/i mengetahui bakteri Azotobacter?

Ya Tidak

9. Apakah Bapak/Ibu/Saudara/i mengetahui jika pada rhizosfer tanaman kopi yang terserang nematoda parasit terdapat agen hayati yang berpotensi untuk mengendalikan nematoda *Pratylenchus coffeae*?

Ya Tidak


10. Apakah Bapak/Ibu/Saudara/i setuju bila akan disusun komik strip yang berisi informasi mengenai peranan Azotobacter dalam mengendalikan nematoda *Pratylenchus coffeae*?

Ya Tidak

11. Tuliskan saran atau masukan Bapak/Ibu/Saudara/i tentang komik strip yang Bapak/Ibu/Saudara/i inginkan dan seharusnya disusun untuk memberikan informasi kepada masyarakat umum mengenai peranan *Azotobacter* dalam mengendalikan nematoda yang merusak tanaman kopi!

Azotobacter tak dapat hal yg masih asing di dengar masyarakat umum adanya media / komik strip yg digunakan untuk memperkenalkan Azotobacter. saya rasa akan membantu memberikan informasi, apalagi mengenai apa itu Azotobacter, karakteristiknya, perannya mungkin dll

Jember, 10 Januari 2018


Ifal Yanuar R.

LAMPIRAN H1. Lembar Validasi Komik Strip Ahli Materi
LEMBAR VALIDASI KOMIK STRIP “AZOTO SAHABAT PETANI”
AHLI MATERI

Petunjuk :

1. Mohon bapak/ibu memberikan penilaian dengan cara memberikan tanda *check-list* (\checkmark) pada kolom penilaian sesuai dengan penilaian bapak/ibu.
2. Kritik atau saran dapat dituliskan pada bagian akhir lembar validasi ini.
3. Makna angka dalam skala penilaian adalah sebagai berikut.
 - 4 : sangat baik
 - 3 : baik
 - 2 : kurang baik
 - 1 : tidak baik

I. KOMPONEN KELAYAKAN ISI

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
A. Cakupan Materi	1. Keluasan materi				
	2. Kedalaman materi				
	3. Kejelasan materi				
B. Akurasi Materi	4. Akurasi fakta dan data				
	5. Akurasi konsep/teori				
	6. Akurasi prosedur				
C. Kemutakhiran Materi	7. Kesesuaian dengan perkembangan terbaru ilmu pengetahuan saat ini				
	8. Menyajikan contoh-contoh mutakhir dari lingkungan lokal/nasional/ regional/ internasional				
D. Keaslian Materi	9. Konten komik strip merupakan karya orisinal (bukan hasil plagiat)				
E. Fungsi Konten Materi dalam Komik strip	10. Menumbuhkan rasa ingin tahu				
KOMPONEN KEBAHASAAN					
A. Keterbacaan	11. Keterpahaman masyarakat terhadap pesan				
B. Kelugasan	12. Ketepatan struktur kalimat				

	13. Kebakuan Istilah				
Jumlah Skor Komponen Kelayakan Isi					

II. KOMPONEN KELAYAKAN PENYAJIAN

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
A. Teknik Penyajian	1. Konsistensi sistematika sajian				
	2. Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep				
B. Pendukung Penyajian Materi	3. Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi				
	4. Pembangkit motivasi pembaca				
Jumlah Skor Komponen Kelayakan Penyajian					
JUMLAH SKOR KESELURUHAN					

Sumber: Instrumen Penilaian BSNP (2014)

Catatan Validator

.....

.....

.....

.....

Jember ,..... 2018

Validator

NIP.

**RUBRIK PENILAIAN MASING-MASING SKOR DALAM PENILAIAN
KOMIK STRIP OLEH AHLI MATERI**

No.	Kriteria Validitas	Tingkat Validitas	Skor
1	$81,25 \leq x \leq 100$	Sangat valid, atau dapat digunakan tanpa revisi.	4
2	$62,5 \leq x < 81,25$	Valid, atau dapat digunakan dengan direvisi kecil.	3
3	$43,75 \leq x < 62,5$	Kurang valid, dapat digunakan dengan banyak revisi.	2
4	$25 \leq x < 43,75$	Tidak valid, belum dapat digunakan, masih memerlukan revisi.	1

**RUBRIK INSTRUMEN VALIDASI KOMIK STRIP “AZOTO SAHABAT PETANI”
OLEH AHLI MATERI**

KOMPONEN KELAYAKAN ISI	
A. Cakupan Materi	
Butir 1	Keluasan Materi
Deskripsi	Materi yang disajikan minimal mencerminkan jабaran substansi materi yang perlu diketahui oleh pembaca
Butir 2	Kedalaman Materi
Deskripsi	Materi mengkomunikasikan informasi terbaru tentang bahaya nematoda parasit <i>Pratylenchus coffeae</i> yang menyerang perakaran kopi Robusta, dan peranan <i>Azotobacter</i> yang mampu mendegradasi kutikula serta cangkang telur nematoda <i>P. coffeae</i> .
Butir 3	Kejelasan Materi
Deskripsi	Materi yang tertulis di dalam komik strip telah benar dan sesuai dengan literatur yang ada.
B. Cakupan Materi	
Butir 4	Akurasi Fakta
Deskripsi	Akurasi fakta yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan efisien untuk informasi pembaca
Butir 5	Akurasi Konsep/ Hukum/ Teori
Deskripsi	Akurasi konsep/hukum/teori yang disajikan tidak menimbulkan banyak tafsir dan sesuai dengan definisi yang berlaku dalam bidang biologi
Butir 6	Akurasi Prosedur/ Metode

Deskripsi	Metode yang disajikan dapat diterapkan dengan prosedur yang runtut dan benar
------------------	--

C. Kemuktahiran Konstektual

Butir 7	Kesesuaian dengan Ilmu Perkembangan
Deskripsi	Materi yang disajikan sesuai dengan perkembangan keilmuan biologi terkini. Uraian dan simulasi didalam cerita bertujuan mendorong pembaca untuk memperoleh informasi dari berbagai sumber yang sesuai
Butir 8	Menyajikan Contoh-contoh Konkret dari Lingkungan
Deskripsi	Materi yang disajikan berasal dari lingkungan terdekat pada kehidupan sehari- hari.

D. Keaslian Materi

Butir 9	Materi yang ada di dalam komik strip “AZOTO SAHABAT PETANI” merupakan karya orisinal bukan hasil plagiat
Deskripsi	Materi dan simulasi pada tiap panel dalam media merupakan karya asli atau bukan tiruan dan tidak menjiplak sebagian atau keseluruhan karya orang lain. Bagian-bagian yang bukan dari karya penulis harus dikutip dengan menggunakan kaidah pengutipan yang sesuai dengan ketentuan keilmuan.

E. Fungsi Materi dalam Konten Komik Strip

Butir 10	Menumbuhkan Sikap Rasa Ingin Tahu
-----------------	--

Deskripsi	Materi dan simulasi yang disajikan tiap panel dalam komik strip memiliki rasa ingin tahu tinggi, kritis, kreatif, dan inovatif
------------------	--

KOMPONEN KEBAHASAAN

A. Keterbacaan

Butir 12	Keterpahaman peserta didik terhadap pesan
Deskripsi	Pesan (materi ajar) disajikan dengan bahasa yang menarik, mudah dipahami, dan tidak menimbulkan multi tafsir

B. Kelugasan

Butir 13	Ketepatan struktur kalimat
Deskripsi	Kalimat yang dipakai mewakili isi pesan yang disampaikan dan mengikuti tata kalimat yang benar dalam Bahasa Indonesia
Butir 14	Kebakuan Istilah
Deskripsi	Istilah yang digunakan sesuai dengan Kamus Besar Bahasa Indonesia dan/atau istilah teknis ilmu pengetahuan yang disepakati

KOMPONEN KELAYAKAN PENYAJIAN

A. Teknik Penyajian

Butir 1	Konsistensi Sistematika Sajian
Deskripsi	Sistematika penyajian dalam setiap panel dalam komik strip taat asas dan runtut
Butir 2	Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep

Deskripsi	Materi yang disajikan sesuai dengan alur berpikir. Penyajian konsep dari yang mudah ke sukar, dari yang konkret ke abstrak, dan dari yang sederhana ke yang kompleks, dari yang dikenal sampai yang belum dikenal.
------------------	--

B. Pendukung Penyajian Materi	
Hhvb	Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi
Deskripsi	Kesesuaian dan ketepatan penggunaan ilustrasi dengan materi
Butir 4	Pembangkit motivasi pembaca
Deskripsi	Penjelasan tiap panel dalam komik strip diberikan untuk membangkitkan motivasi pembaca

LAMPIRAN H2. Lembar Validasi Komik Strip Ahli Media
LEMBAR VALIDASI KOMIK STRIP “AZOTO SAHABAT PETANI”
AHLI MEDIA KOMIK STRIP

Petunjuk :

1. Mohon bapak/ibu memberikan penilaian dengan cara memberikan tanda *check-list* (√) pada kolom penilaian sesuai dengan penilaian bapak/ibu.
2. Kritik atau saran dapat dituliskan pada bagian akhir lembar validasi ini.
3. Makna angka dalam skala penilaian adalah sebagai berikut.
 - 4 : sangat baik
 - 3 : baik
 - 2 : kurang baik
 - 1 : tidak baik

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
A. Komponen Grafika	1. Konten komik				
	2. Keterbacaan				
	3. Kejelasan Ilustrasi				
	4. Kualitas cetakan				
	5. Pemilihan warna menarik				
B. Fungsi Keseluruhan	6. Visualisasi dalam komikstrip dapat menjadikan pembaca memahami alur cerita				
	7. Secara keseluruhan komikstrip dapat dijangkau				
C. Desain Komik Strip	8. Huruf yang digunakan menarik dan mudah untuk dibaca				
	9. Menampilkan pusat pandang (<i>center point</i>) yang baik				
	10. Kualitas gambar				

D. Aspek Komunikasi dan Estetika	11. Memiliki tata letak dan layout yang menarik				
	12. Komunikatif				
JUMLAH SKOR KESELURUHAN					

Sumber: Instrumen Penilaian BSNP (2014)

Saran dan Komentar Perbaikan Produk Komik Strip

Kesimpulan

Berdasarkan penilaian diatas, maka produk buku ini:

- a. Belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi
- b. Dapat digunakan dengan revisi
- c. Dapat digunakan tanpa revisi

Jember,..... 2018

Validator

NIP.

**RUBRIK PENILAIAN MASING-MASING SKOR DALAM PENILAIAN
KOMIK STRIP OLEH AHLI MEDIA**

No.	Kriteria Validitas	Tingkat Validitas	Skor
1	$81,25 \leq x \leq 100$	Sangat valid, atau dapat digunakan tanpa revisi.	4
2	$62,5 \leq x < 81,25$	Valid, atau dapat digunakan dengan direvisi kecil.	3
3	$43,75 \leq x < 62,5$	Kurang valid, dapat digunakan dengan banyak revisi.	2
4	$25 \leq x < 43,75$	Tidak valid, belum dapat digunakan, masih memerlukan revisi.	1

**RUBRIK INSTRUMEN VALIDASI KOMIK STRIP “AZOTO SAHABAT PETANI”
OLEH AHLI MEDIA**

A. Komponen Grafika	
Butir 1	Konten Komik
Deskripsi	Konten komik disajikan dalam bentuk teks, gambar, ilustrasi secara komunikatif, serasi, proporsional, dan konsisten berdasarkan pola tata letak tertentu
Butir 2	Keterbacaan
Deskripsi	Kesesuaian dalam pemilihan huruf yang ditentukan oleh jenis dan besar huruf serta format kolom teks.
Butir 3	Kejelasan Ilustrasi
Deskripsi	Pemilihan ilustrasi disesuaikan dengan isi buku yang dapat memperjelas informasi yang disampaikan.
Butir 4	Kualitas Cetakan
Deskripsi	Kejelasan cetakan konten membantu pembaca dalam mempelajari, memahami, dan menyerap informasi yang disampaikan melalui media tercetak.
Butir 5	Pemilihan warna menarik

Deskripsi	Kualitas warna yang menarik mampu memberikan gambaran nyata secara visual dari ilustrasi yang ditampilkan sehingga membantu pembaca dalam memahami objek aslinya
------------------	--

B. Fungsi Keseluruhan

Butir 6	Visualisasi dalam komikstrip dapat menjadikan pembaca memahami alur cerita
Deskripsi	Visualisasi dalam komik menjadikan pembaca tidak terlalu sukar untuk memahami alur cerita karena lebih didominasi dengan adanya gambar yang mendukung suatu alur cerita.
Butir 7	Secara keseluruhan komikstrip dapat dijangkau
Deskripsi	Komik dapat dijangkau oleh semua kalangan masyarakat sebagai bacaan informasi masyarakat

C Desain Komik Strip

Butir 8	Huruf yang digunakan menarik dan mudah untuk dibaca
Deskripsi	Huruf dalam komik strip menggunakan desain yang menarik dan mudah untuk dibaca oleh masyarakat

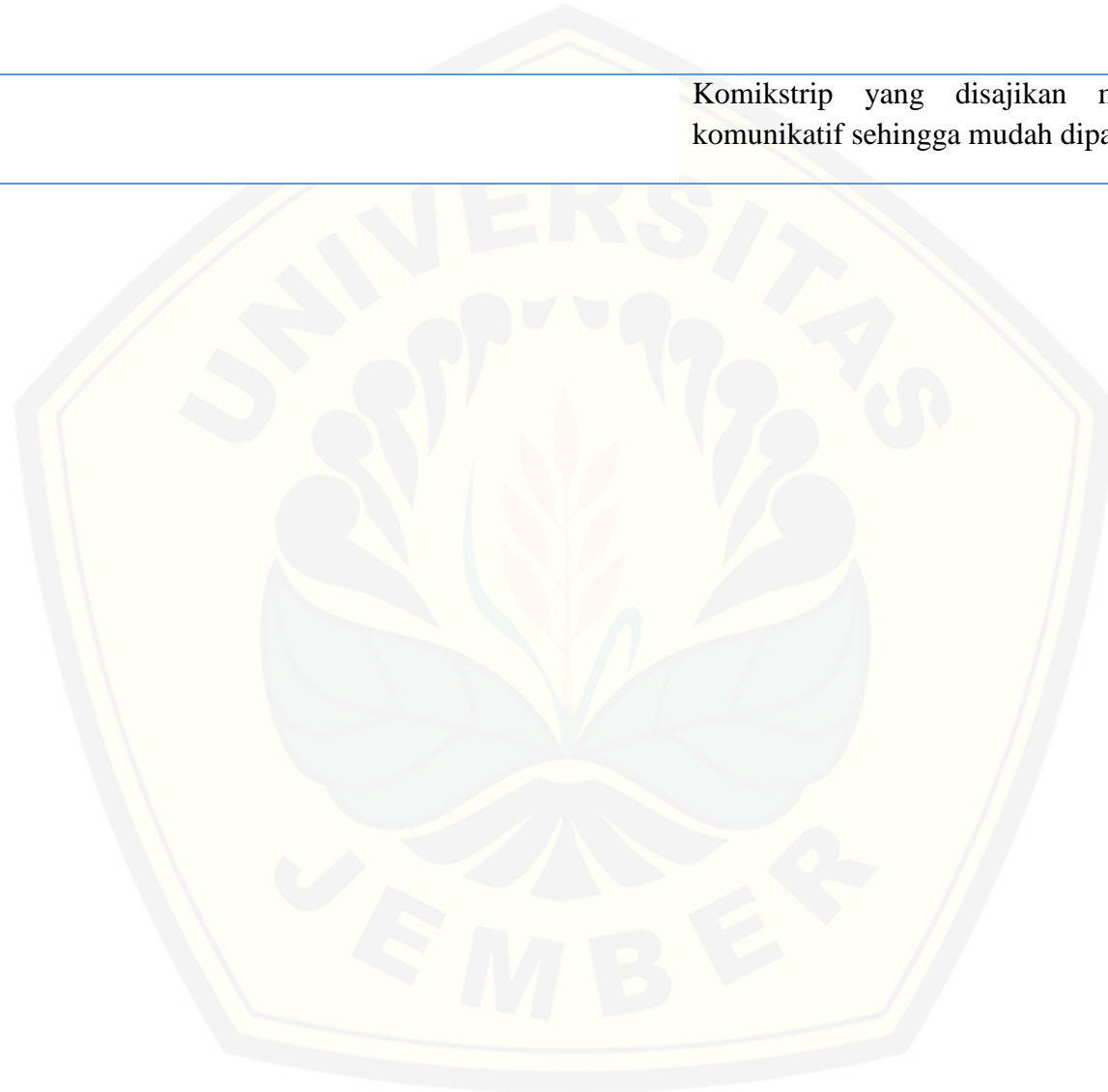
Butir 9	Menampilkan pusat pandang (<i>center point</i>) yang baik
Deskripsi	Daya tarik komik strip ditentukan oleh ketepatan dalam penempatan unsur/materi desain yang akan ditampilkan di antara unsur/materi desain lainnya sehingga mampu dalam memperjelas tampilan teks maupun ilustrasi komik strip

D Aspek Komunikasi dan Estetika

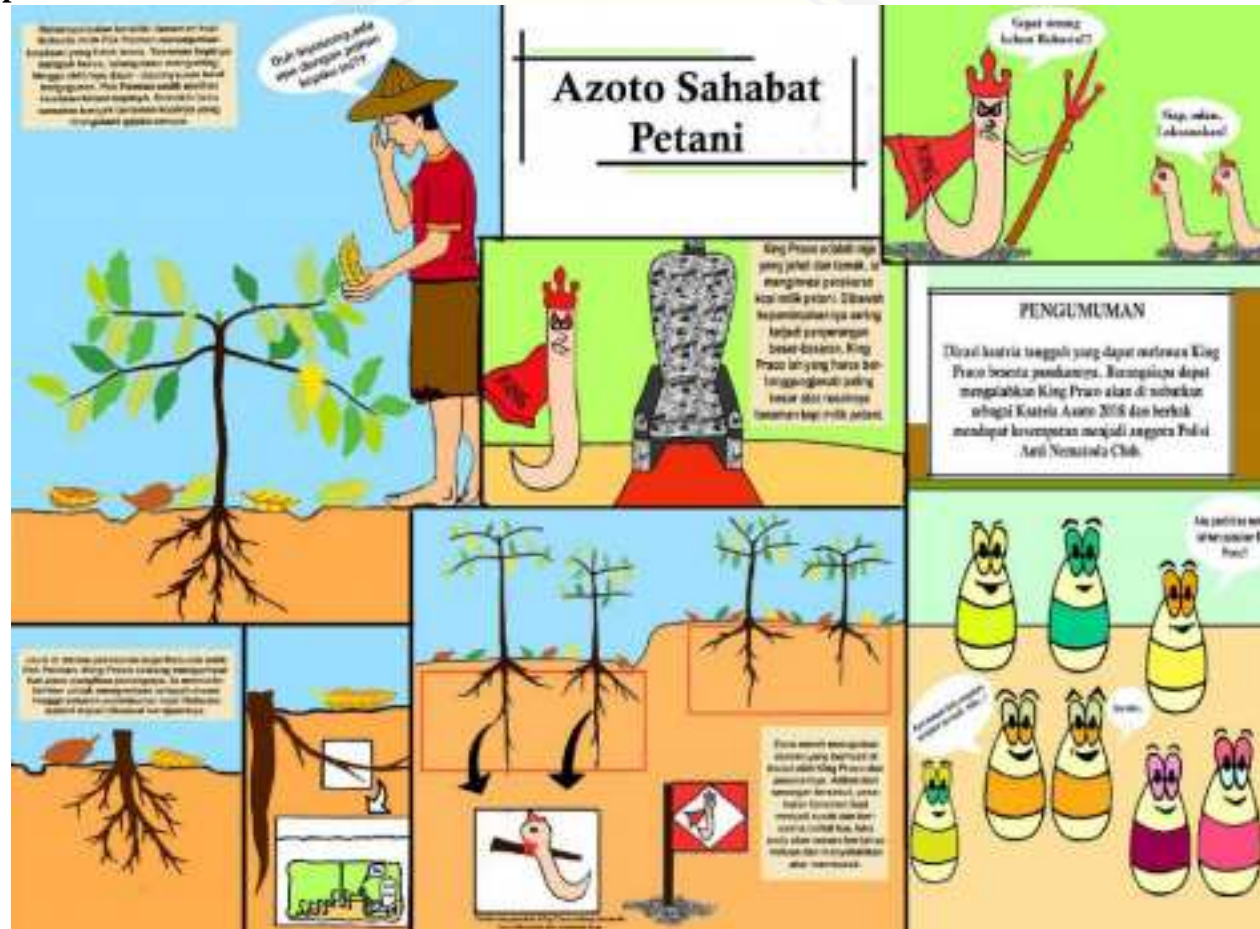
Butir 10	Kualitas gambar
Deskripsi	Kejelasan gambar didalam konten membantu pembaca dalam mempelajari, memahami, dan menyerap informasi yang disampaikan melalui media tercetak.
Butir 11	Memiliki tata letak dan layout yang menarik
Deskripsi	Tata letak dan layout dalam komik strip disajikan menarik dan mampu memberikan gambaran nyata secara visual dari ilustrasi yang ditampilkan sehingga membantu pembaca dalam memahami objek aslinya
Butir 12	Komunikatif

Deskripsi

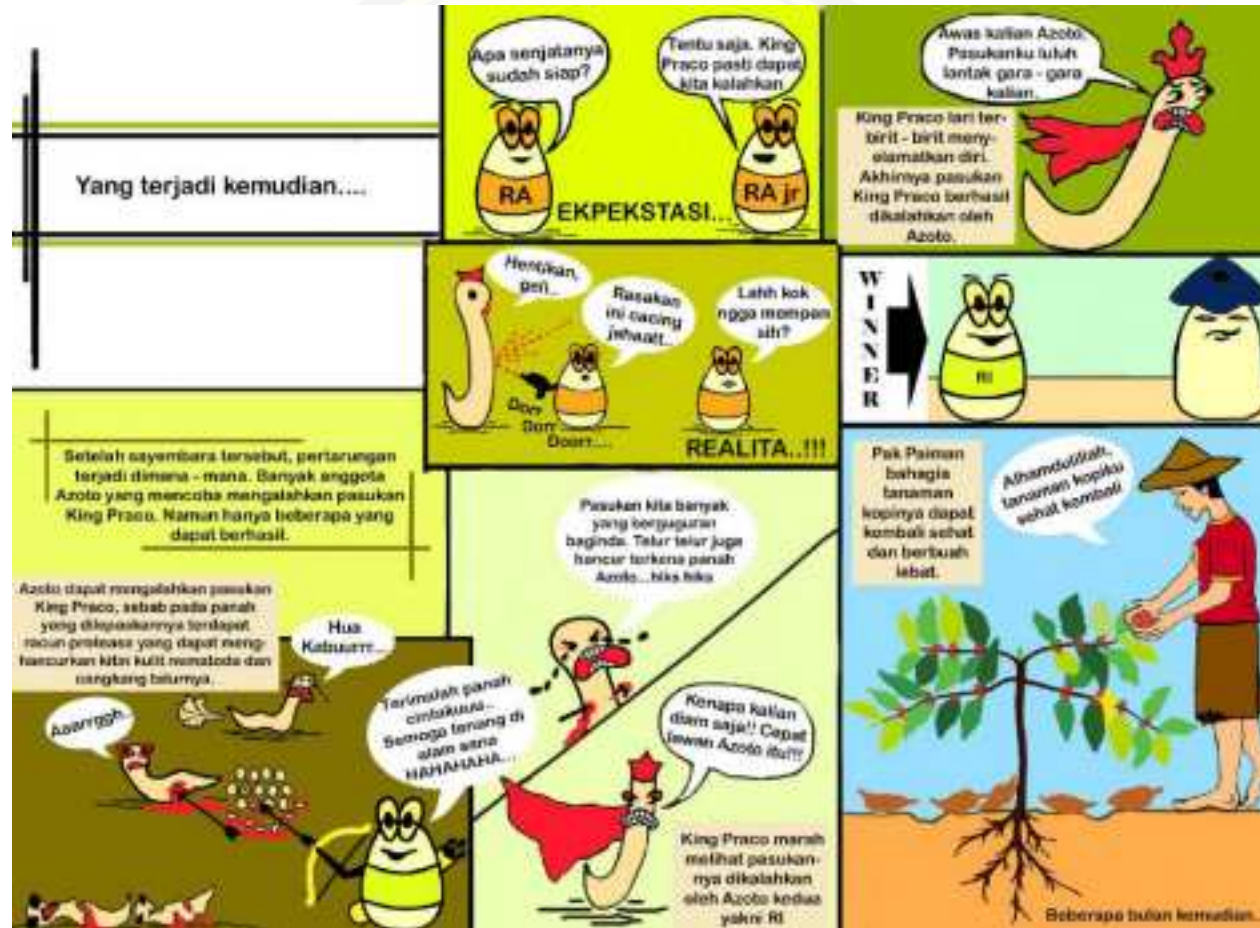
Komikstrip yang disajikan memiliki bahasa yang komunikatif sehingga mudah dipahami oleh masyarakat



LAMPIRAN I. Komik Strip “Azoto Sahabat Petani”
 I1. Halaman Depan



12. Halaman Belakang



LAMPIRAN J. Surat Rekomendasi sebagai Validator



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
 Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121 Telepon: 0331-334988, 330738 Faks: 0331-334988 Laman: www.fkip.unj.ac.id

SURAT REKOMENDASI SEBAGAI VALIDATOR

Yang bertanda tangan di bawah ini saya selaku Dosen Pembimbing skripsi mahasiswa:

Nama : Aditya Tanjung Yulitasary
 NIM : 140210103032
 Program Studi : Pendidikan Biologi
 Judul Skripsi : Isolasi Identifikasi dan Uji Potensi Proteolitik Azotobacter dari Rhizosfer Tanaman Kopi Robusta yang Terserang Nematoda (*Pratylenchus Coffeae*) serta Pemanfaatannya Sebagai Komik Strip

Selanjutnya untuk melengkapi instrumen dalam penelitian tersebut diperlukan validator untuk memvalidasi instrumen-instrumen tersebut, karena itu saya merekomendasikan bapak/ibu agar kiranya berkenan sebagai validator *).

No	Nama Validator	Bidang/ Ahli
1	Ika Lia Novenda S.Pd., M.Pd.	Ahli Media
2	Siti Mardiyah S.Pd., M.Pd.	Ahli Materi

Demikian atas bantuan dan kerjasama yang baik bapak/ ibu disampaikan terimakasih.

Jember, 11 Mei 2018
 Dosen Pembimbing Utama,


Dr. Iis Nur Asyiah, S.P., M.P.
 NIP. 19730614 200801 2 008

Keterangan:
 Dibuat rangkap 3 : masing-masing untuk Kombi, Dosen Pembimbing dan, Mahasiswa
 *) Segala yang terkait dengan akomodasi validator ditanggung mahasiswa yang bersangkutan

Lampiran K1. Hasil Validasi Ahli Media

**LEMBAR VALIDASI PRODUK KOMIK STRIP
OLEH AHLI MEDIA**

Petunjuk:

1. Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian pada setiap aspek dengan memberi tanda *check list* (✓) pada kolom skor yang telah disediakan.
2. Jika perlu diadakan revisi, mohon memberikan revisi pada bagian saran atau langsung pada naskah yang divalidasi.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanggapan pada bagian kesimpulan dengan melingkari salah satu pilihan yang tersedia guna keberlanjutan produk buku ilmiah populer yang telah disusun.
4. Keterangan penilaian:
 - 1 = tidak valid
 - 2 = kurang valid
 - 3 = valid
 - 4 = sangat valid

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
A. Komponen Grafika	1. Konten komik			✓	
	2. Keterbacaan				✓
	3. Kejelasan Ilustrasi			✓	
	4. Kualitas cetakan			✓	
	5. Pemilihan warna menarik				✓
B. Fungsi Keseluruhan	6. Visualisasi dalam komikstrip dapat menjadikan pembaca memahami alur cerita		✓		
	7. Secara keseluruhan komikstrip dapat dijangkau			✓	

C. Desain Komik Strip	8. Huruf yang digunakan menarik dan mudah untuk dibaca			✓	
	9. Menampilkan pusat pandang (<i>center point</i>) yang baik			✓	
D. Aspek Komunikasi dan Estetika	10. Kualitas gambar			✓	
	11. Memiliki tata letak dan layout yang menarik			✓	
	12. Komunikatif				✓
JUMLAH SKOR KESELURUHAN					

Sumber: Instrumen Penilaian BSNP (2014)

Saran dan Komentar Perbaikan Produk Komikstrip

- Ada gambar yg tidak dapat terlihat jelas apa maksudnya. (lihat di lembar)
- ada gambar yang membahas zona merah merupakan daerah yang telah terinfeksi, sebaiknya warna alaminya jga tampak karna dgn warna merah.
- Dalam kalimat, sebaiknya perlu diperlihatkan penguasaan kata. Ada kalimat / kata yg tidak dapat penerjemahannya
- Saya kurang bisa memahami komik ini alirannya dan mana mana tidak jelas. Mungkin perlu diberi tanda panah.

Kesimpulan

Berdasarkan penilaian diatas, maka produk buku ini:

- a. Belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi
- b. Dapat digunakan dengan revisi
- c. Dapat digunakan tanpa revisi

Jember, 5 Nop 2018
Validasi


NIP.

**RUBRIK PENILAIAN MASING-MASING SKOR DALAM PENILAIAN
KOMIK STRIP OLEH AHLI MEDIA**

No.	Kriteria Validitas	Tingkat Validitas	Skor
1	$81,25 \leq x \leq 100$	Sangat valid, atau dapat digunakan tanpa revisi.	4
2	$62,5 \leq x < 81,25$	Valid, atau dapat digunakan dengan direvisi kecil.	3
3	$43,75 \leq x < 62,5$	Kurang valid, dapat digunakan dengan banyak revisi.	2
4	$25 \leq x < 43,75$	Tidak valid, belum dapat digunakan, masih memerlukan revisi.	1

Lampiran K2. Hasil Validasi Ahli Materi

**LEMBAR VALIDASI KOMIK STRIP
OLEH AHLI MATERI**

Petunjuk:

1. Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian pada setiap aspek dengan memberi tanda *check list* (✓) pada kolom skor yang telah disediakan.
2. Jika perlu diadakan revisi, mohon memberikan revisi pada bagian saran atau langsung pada naskah yang divalidasi.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanggapan pada bagian kesimpulan dengan melingkari salah satu pilihan yang tersedia guna keberlanjutan produk komik strip yang telah disusun.
4. Keterangan penilaian:
 - 1 = tidak valid
 - 2 = kurang valid
 - 3 = valid
 - 4 = sangat valid

L. KOMPONEN KELAYAKAN ISI

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
A. Cakupan Materi	1. Keluasan materi			✓	
	2. Kedalaman materi			✓	
	3. Kejelasan materi			✓	
B. Akurasi Materi	4. Akurasi fakta dan data			✓	
	5. Akurasi konsep/teori			✓	
	6. Akurasi prosedur			✓	
C. Kemutakhiran Materi	7. Kesesuaian dengan perkembangan terbaru ilmu pengetahuan saat ini			✓	

	8. Menyajikan contoh-contoh mutakhir dari lingkungan lokal/ nasional/ regional/ internasional			✓	
D. Keahlian Materi	9. Konten komik strip merupakan karya orisinal (bukan hasil plagiat)			✓	
E. Fungsi Konten Materi dalam Komik strip	10. Menumbuhkan rasa ingin tahu				✓
KOMPONEN KEBAHASAAN					
A. Keterbacaan	11. Keterpahaman masyarakat terhadap pesan			✓	
B. Kelugasan	12. Ketepatan struktur kalimat			✓	
	13. Kebakuan istilah			✓	
Jumlah Skor Komponen Kelayakan Isi			40		
II. KOMPONEN KELAYAKAN PENYAJIAN					
Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
A. Teknik Penyajian	1. Konsistensi sistematika sajian			✓	
	2. Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep			✓	
B. Pendukung Penyajian Materi	3. Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi			✓	
	4. Pembangkit motivasi pembaca			✓	
Jumlah Skor Komponen Kelayakan Penyajian			12		
JUMLAH SKOR KESELURUHAN			52		

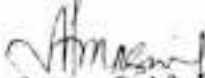
Sumber: Instrumen Penilaian BSNP (2014)

Catatan Validator

perlu keterangan 4200 adalah sebagai bakteri yg menguntungkan sebagai musuh alami nematoda

Jember, 31 Mei 2018

Validator


Rachmi Marnilah

NIP 196304021988022001

**RUBRIK PENILAIAN MASING-MASING SKOR DALAM PENILAIAN
KOMIK STRIP OLEH AHLI MATERI**

No.	Kriteria Validitas	Tingkat Validitas	Skor
1	$81,25 \leq x \leq 100$	Sangat valid, atau dapat digunakan tanpa revisi.	4
✓	$62,5 \leq x < 81,25$	Valid, atau dapat digunakan dengan direvisi kecil.	3
3	$43,75 \leq x < 62,5$	Kurang valid, dapat digunakan dengan banyak revisi.	2
4	$25 \leq x < 43,75$	Tidak valid, belum dapat digunakan, masih memerlukan revisi.	1