



**ISOLASI, IDENTIFIKASI DAN UJI AKTIVITAS PROTEOLITIK
RIZOBAKTERI DARI TANAMAN KOPI ROBUSTA (*Coffea
canephora*) YANG TERSERANG NEMATODA SERTA
PEMANFAATANNYA SEBAGAI
BUKU NONTEKS**

SKRIPSI

**Oleh:
Siti Rosida
140210103019**

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



**ISOLASI, IDENTIFIKASI DAN UJI AKTIVITAS PROTEOLITIK
RIZOBAKTERI DARI TANAMAN KOPI ROBUSTA (*Coffea
canephora*) YANG TERSERANG NEMATODA SERTA
PEMANFAATANNYA SEBAGAI
BUKU NONTEKS**

SKRIPSI

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

**Oleh:
Siti Rosida
140210103019**

**Dosen Pembimbing Utama : Dr. Iis Nur Asyiah, S.P., M.P.
Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si.**

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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT. Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang atas limpahan rahmat serta hidayah-Nya, tidak lupa juga sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. yang telah menuntun kita dari zaman kegelapan menuju zaman terang benderang. Bismillahirrahmanirrahim saya mempersembahkan skripsi ini dengan segala cinta dan kasih kepada:

1. Ayahanda Raqib dan Ibunda Sulasmi yang selalu memberikan dukungan baik secara moril maupun materil serta do'a yang tiada henti,
2. Dosen-dosen Pendidikan Biologi, FKIP Universitas Jember atas segala ilmu pengetahuan serta didikan yang diberikan selama saya menimba ilmu hingga sampai pada jenjang ini,
3. Bapak/ibu guru dari TK, SD, SMP, SMA hingga Perguruan Tinggi yang tiada lelah memberikan ilmu yang barokah dan bimbingan dengan sepenuh hati,
4. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang tercinta dan selalu saya banggakan.

MOTTO

“Sungguh, Kami telah memberikan kepadamu kemenangan yang nyata.”

(terjemahan Q.S. Al Fath Ayat 1)*

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(terjemahan Q.S. Al Insyirah Ayat 5)*

*)Kementrian Agama RI. 2007. *Al-Qur'an Tajwid dan Terjemahannya Dilengkapi dengan Asbabun Nuzul dan Hadits Sahih*. Bandung: Sygma Examedia Arkanleema.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Siti Rosida

NIM : 140210103019

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Isolasi, Identifikasi dan Uji Aktivitas Proteolitik Rizobakteri dari Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora*) yang Terserang Nematoda Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Nonteks” adalah benar-benar karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah di ajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juli 2018

Yang menyatakan,

Siti Rosida

NIM 140210103019

PERSETUJUAN

**ISOLASI, IDENTIFIKASI DAN UJI AKTIVITAS PROTEOLITIK
RIZOBAKTERI DARI TANAMAN KOPI ROBUSTA (*Coffea
canephora*) YANG TERSERANG NEMATODA SERTA
PEMANFAATANNYA SEBAGAI
BUKU NONTEKS**

SKRIPSI

Di ajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan di Program Studi Pendidikan Biologi (S1) dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan

Oleh:

Nama Mahasiswa : Siti Rosida
NIM : 140210103019
Jurusan : Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Biologi
Angkatan Tahun : 2014
Daerah Asal : Jember
Tempat, Tanggal Lahir : Jember, 26 Desember 1995

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

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

Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si.
NIP. 19640510 199002 1 001

PENGESAHAN

Skripsi Berjudul “Isolasi, Identifikasi dan Uji Aktivitas Proteolitik Rizobakteri dari Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora*) yang Terserang Nematoda Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Nonteks” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 12 Juli 2018

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

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

Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si.
NIP. 19640510 199002 1 001

Anggota I,

Anggota II,

Dra. Pujiastuti, M.Si.
NIP. 19610222 198702 2 001

Siti Murdiyah, S.Pd., M.Pd.
NIP. 19790503 200604 2 001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Jember

Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.
NIP.19680802 199303 1 004

RINGKASAN

Isolasi, Identifikasi, dan Uji Aktivitas Proteolitik Rizobakteri dari Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora*) yang Terserang Nematoda serta Pemanfaatannya sebagai Buku Nonteks; Siti Rosida, 140210103019; 2018; 100 halaman; Program Studi Pendidikan Biologi; Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Jenis kopi yang umum diperdagangkan di Indonesia yaitu kopi arabika dan robusta. Peningkatan produksi kopi menyebabkan terjadinya perubahan dalam ekosistem tanah, hal tersebut menjadi sangat menguntungkan bagi perkembangan populasi hama dan penyakit pada kopi. Salah satu hama yang sering dijumpai yaitu nematoda *Pratylenchus coffeae*. Populasi dari nematoda ini dapat meningkat ataupun menurun karena dipengaruhi oleh faktor lingkungan hidup yaitu lingkungan rizosfer. Rizosfer merupakan zona tanah berukuran sekitar 1 mm yang mengelilingi seluruh permukaan akar.

Rizobakteri merupakan bakteri yang hidup secara saprofit di rizosfer dan berperan aktif dalam siklus mineral, pemacu pertumbuhan tanaman, serta dapat berperan sebagai agen biokontrol terhadap penyakit tanaman. Tujuan penelitian ini yaitu mengidentifikasi spesies/genus rizobakteri yang berhasil diisolasi dari tanaman kopi robusta (*Coffea canephora*) yang terserang nematoda *Pratylenchus coffeae*, mengetahui spesies/genus rizobakteri yang berpotensi sebagai agen pengendali hayati melalui uji aktivitas proteolitik, serta menghasilkan buku nonteks yang tervalidasi dan berisi tentang hasil penelitian.

Penelitian telah dilakukan di Perkebunan Kali Bendo, Kabupaten Banyuwangi, dan di Laboratorium Mikrobiologi, FMIPA Universitas Jember. Penelitian ini dilakukan pada bulan 12 Februari sampai 30 Maret 2018, serta penelitian ini merupakan penelitian deskriptif eksploratif. Pada penentuan lokasi penelitian menggunakan teknik *purposive sampling*, sedangkan pada tahap pengambilan sampel tanah menggunakan teknik *random sampling*.

Tahapan penelitian ini berupa isolasi bakteri, identifikasi bakteri, uji aktivitas proteolitik, serta penyusunan buku nonteks. Tahap isolasi bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri murni. Pada tahap isolasi bakteri ini yaitu

melakukan purifikasi pada bakteri yang memiliki karakter morfologi yang berbeda antara satu dengan yang lain. Kemudian melakukan proses identifikasi yang meliputi pengamatan morfologi, fisiologi, dan biokimia terhadap isolat bakteri murni. Selanjutnya melakukan identifikasi terhadap isolat bakteri tersebut. Identifikasi dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas MIPA, Universitas Jember. Pada tahap identifikasi ini bertujuan untuk mengetahui karakter dari masing-masing bakteri sehingga dapat menentukan genus/spesies isolat bakteri tersebut.

Hasil penelitian pada lahan kopi robusta (*Coffea canephora*) yang terserang nematoda *P. coffeae* ditemukan 8 isolat rizobakteri yaitu 3 bakteri dari genus *Bacillus* (*Bacillus* sp. dengan kode isolat 3R, *Bacillus* sp. dengan kode isolat G20, dan *Bacillus* sp. dengan kode isolat I13), 1 bakteri dari genus *Micrococcus* (*Micrococcus* sp. dengan kode isolat L20), 2 bakteri dari genus *Acinetobacter* (*Acinetobacter* sp. dengan kode isolat 4R dan *Acinetobacter* sp. dengan kode isolat C13) dan 2 bakteri dari genus *Pseudomonas* (*Pseudomonas* sp. dengan kode isolat M20 dan *Pseudomonas* sp. dengan kode isolat A13).

Hasil uji potensi rizobakteri sebagai agen pengendali hayati dengan melakukan uji aktivitas proteolitik yaitu terdapat 5 jenis bakteri yang menunjukkan adanya aktivitas proteolitik yang di hasilkan, yaitu 3 bakteri dari genus *Bacillus* (*Bacillus* sp. dengan kode isolat 3R, *Bacillus* sp. dengan kode isolat G20, *Bacillus* sp. dengan kode isolat I13) dan 2 bakteri dari genus *Pseudomonas* (*Pseudomonas* sp. dengan kode isolat M20, dan *Pseudomonas* sp. dengan kode isolat A13).

Penelitian ini juga menghasilkan sebuah produk buku nonteks yaitu berjudul “Rizobakteri Tanaman Kopi sebagai Agen Pengendali Hayati”. Untuk memenuhi syarat penyusunan buku, maka dilakukan validasi oleh validator yang meliputi 2 orang validator ahli yaitu ahli materi dan ahli media, serta 1 orang masyarakat pengguna. Berdasarkan hasil validasi oleh validator tersebut, diperoleh rata-rata skor sebesar 55,67 dengan rata-rata nilai validasi sebesar 83,33% yang menunjukkan bahwa buku nonteks yang telah disusun layak atau tervalidasi untuk dijadikan sebagai media informasi bagi masyarakat.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul: Isolasi, Identifikasi dan Uji Aktivitas Proteolitik Rizobakteri dari Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora*) yang Terserang Nematoda Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Nonteks”. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata 1 (S1) Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember,
2. Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember,
3. Dr. Iis Nur Asyiah, S.P., M.P., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember, dan selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah membimbing, meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini,
4. Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah membimbing, meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini,
5. Dra. Pujiastuti, M.Si., selaku Dosen Penguji Utama yang telah menguji dan memberikan saran dalam penulisan skripsi ini,
6. Siti Murdiah, S.Pd., M.Pd. selaku Dosen Penguji Anggota yang telah menguji dan memberikan saran dalam penulisan skripsi ini,
7. Mochammad Iqbal, S.Pd., M.Pd., selaku validator ahli materi produk buku nonteks yang telah disusun,
8. Ika Lia Novenda, S.Pd., M.Pd., selaku validator ahli media produk buku nonteks yang telah disusun,

9. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember, atas semua bimbingan dan ilmu yang diberikan,
 10. Pihak Perkebunan Kali Bendo, Kabupaten Banyuwangi yang telah turut membantu dalam proses kegiatan pada pengambilan sampel di kebun,
 11. Endang Soesetyaningsih, selaku Teknisi Laboratorium Mikrobiologi Fakultas MIPA yang telah membantu dalam proses isolasi dan identifikasi rizobakteri,
 12. Ayahanda Raqib dan Ibunda Sulasmi, serta saudaraku Siti Maisaroh, dan kakak ipar Ma'ruf atas dukungan dan doanya,
 13. Ellena Fransina Leonor Lilipaly, Aditya Tanjung Yulitasary, Dita Paramytha, Faizah Firdaus, dan Devi Alvionita yang telah saling membantu, saling memberikan semangat dan memotivasi,
 14. Seluruh teman-teman angkatan 2014 Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember yang telah memberikan semangat.
 15. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
- Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi masyarakat.

Jember, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN.....	v
PERSETUJUAN.....	vi
PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
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	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kopi Robusta (<i>Coffea canephora</i>)	6
2.1.1 Deskripsi Tanaman Kopi Robusta (<i>Coffea canephora</i>)	6
2.1.2 Klasifikasi Tanaman Kopi Robusta (<i>Coffea canephora</i>)	6
2.1.3 Morfologi Tanaman Kopi Robusta (<i>Coffea canephora</i>)	6
2.2 Nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i>	7
2.2.1 Biologi <i>Pratylenchus coffeae</i>	7
2.2.2 Klasifikasi <i>Pratylenchus coffeae</i>	8
2.2.3 Gejala Serangan Nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i>	8
2.3 Rizosfer	8

2.4 Rizobakteri	9
2.4.1 Definisi Rizobakteri.....	9
2.4.2 Morfologi Rizobakteri	10
2.4.3 Peranan Rizobakteri.....	11
2.5 Isolasi dan Identifikasi Bakteri	13
2.6 Uji Aktivitas Proteolitik	14
2.7 Buku Nonteks	14
2.8 Kerangka Berpikir	17
BAB 3. METODE PENELITIAN	18
3.1 Jenis Penelitian	18
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.2.1 Tempat Penelitian	18
3.2.2 Waktu Penelitian	18
3.3 Alat dan Bahan	18
3.3.1 Alat Penelitian	18
3.3.2 Bahan Penelitian	19
3.4 Populasi dan Sampel Penelitian	19
3.4.1 Populasi Penelitian	19
3.4.2 Sampel Penelitian	19
3.5 Definisi Operasional	19
3.6 Desain Penelitian	20
3.6.1 Penentuan Lokasi Penelitian.....	20
3.6.2 Teknik Pengambilan Sampel	21
3.7 Prosedur Penelitian	22
3.7.1 Persiapan Alat dan Bahan.....	22
3.7.2 Sterilisasi Alat dan Bahan.....	22
3.7.3 Isolasi Bakteri	22
3.7.4 Peremajaan Isolat Bakteri.....	22
3.7.5 Identifikasi Bakteri	23
3.7.6 Identifikasi Bakteri Secara Manual.....	28
3.7.7 Uji Aktivitas Proteolitik	29

3.8 Penyusunan Buku Nonteks	29
3.8.1 Pembuatan Buku Nonteks	29
3.8.2 Uji Validasi Buku Nonteks	29
3.9 Analisis Data	30
3.9.1 Uji Aktivitas Proteolitik	30
3.9.2 Buku Nonteks	30
3.10 Alur Penelitian	31
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Hasil Penelitian	32
4.1.1 Hasil Isolasi dan Identifikasi	32
4.1.2 Hasil Uji Aktivitas Proteolitik	35
4.1.3 Hasil Validasi Buku Nonteks	37
4.2 Pembahasan	38
4.2.1 Isolasi dan Identifikasi Bakteri	38
4.2.2 Karakteristik Masing-Masing Genus dan Spesies Bakteri	39
4.2.3 Uji Aktivitas Proteolitik Rizobakteri	44
4.2.4 Buku Nonteks	45
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	55

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Kualifikasi Kelayakan Buku Nonteks.....	30
4.1 Hasil Spesies Rizobakteri yang Ditemukan	33
4.2 Hasil Uji Aktivitas Proteolitik.....	35
4.3 Hasil Validasi Buku Nonteks	37

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Tanaman Kopi Robusta (<i>Coffea canephora</i>)	7
2.2 Nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i>	7
2.3 Kerangka Berpikir	17
3.1 Peta Lokasi Perkebunan Kali Bendo, Kabupaten Banyuwangi	20
3.2 Desain Uji Aktivitas Proteolitik	21
3.3 Skema Alur Penelitian.....	31

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Matriks Penelitian.....	55
B. Angket Analisis Kebutuhan Buku Nonteks.....	57
C. Hasil Validasi.....	59
C.1 Hasil Validasi Buku Nonteks Oleh Ahli Media	59
C.2 Hasil Validasi Buku Nonteks Oleh Ahli Materi.....	62
C.3 Hasil Validasi Buku Nonteks Oleh Pengguna.....	65
D. Isolasi Bakteri.....	70
E. Hasil Identifikasi Bakteri	72
E.1 Hasil Identifikasi Rizobakteri Kode Isolat 3R.....	72
E.2 Hasil Identifikasi Rizobakteri Kode Isolat 4R.....	73
E.3 Hasil Identifikasi Rizobakteri Kode Isolat L20.....	74
E.4 Hasil Identifikasi Rizobakteri Kode Isolat G20	75
E.5 Hasil Identifikasi Rizobakteri Kode Isolat M20.....	76
E.6 Hasil Identifikasi Rizobakteri Kode Isolat A13	77
E.7 Hasil Identifikasi Rizobakteri Kode Isolat C13.....	78
E.8 Hasil Identifikasi Rizobakteri Kode Isolat I13	79
F. Surat Ijin Penelitian.....	80
G. Produk Buku Nonteks	81
H. Lembar Konsultasi Penyusunan Skripsi	82
H.1 Pembimbing Utama.....	82
H.2 Pembimbing Anggota.....	83

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki 2 jenis kopi yang umum diperdagangkan, yaitu kopi arabika dan kopi robusta (Hartono, 2013). Mayoritas kopi produksi Indonesia yaitu jenis kopi robusta. Data dari Gabungan Eksportir Kopi Indonesia (GAEKI), kopi robusta memiliki komposisi sebesar 83% dari persentase keseluruhan total produksi kopi Indonesia dan sisanya 17% berupa kopi arabika (Eleonora, 2016).

Data sentra produksi kopi robusta perkebunan rakyat di Indonesia rata-rata pada tahun 2012-2016 terpusat pada 5 provinsi yaitu Provinsi Sumatera Selatan, Provinsi Lampung, Provinsi Bengkulu, Provinsi Jawa Timur dan Provinsi Sumatera Barat, dengan kontribusi sebesar 74,13% terhadap produksi kopi robusta di Indonesia. Namun produktivitas kopi Indonesia menurun pada tahun 2016 sebanyak 0,41% yaitu menjadi 722 kg/ha (Triyanti, 2016).

Adanya peningkatan produksi kopi dengan skala yang semakin besar menyebabkan terjadinya perubahan dalam ekosistem tanah, dan hal tersebut menjadi sangat menguntungkan bagi perkembangan populasi hama dan penyakit pada kopi. Salah satu hama yang menyerang tanaman kopi adalah nematoda (Santosa, 2017). Nematoda merupakan salah satu jenis organisme pengganggu tanaman (OPT) yang menyerang berbagai jenis tanaman pertanian dan perkebunan di negara-negara tropis (Mustika, 2010). Nematoda parasit pada kopi yang sering dijumpai adalah dari genus *Pratylenchus*, yaitu *Pratylenchus coffeae* (Santosa, 2017).

Pratylenchus coffeae merupakan nematoda endoparasitik yang berpindah, dan mempunyai kisaran inang yang luas. Nematoda ini juga merupakan salah satu nematoda yang paling membahayakan bagi tanaman kopi. Nematoda ini bergerak bebas di antara akar dan tanah atau disebut zona rizosfer. Gejala yang ditimbulkan yaitu adanya luka yang sempit dan memanjang pada permukaan akar (Dropkin, 1996). Nematoda ini menyebabkan kerusakan akar pada tanaman kopi bahkan dapat menyebabkan kematian pada tanaman karena kerusakan pada akar yang terlalu parah. Hal tersebut dikarenakan persebaran *P. coffeae* sangat optimal, yaitu

berada pada kedalaman kurang dari 30 cm (Hulupi, 2007). Populasi dari nematoda parasit ini dapat meningkat ataupun menurun karena dipengaruhi oleh faktor lingkungan hidup tempat nematoda parasit. Faktor tersebut berupa faktor biologis yang meliputi adanya mikroba yang menguntungkan di lingkungan. Beberapa kelompok mikroba terutama bakteri dapat dimanfaatkan sebagai agen biokontrol. Kelimpahan bakteri menguntungkan tersebut terutama pada lingkungan rizosfer (Nawangsih dkk., 2014).

Rizosfer merupakan zona tanah yang mengelilingi akar tanaman dimana sifat biologi dan sifat kimia tanah dipengaruhi oleh akar. Zona ini berukuran sekitar 1 mm yang mengelilingi seluruh permukaan akar (Kelly, 2005). Menurut Akbari et al. (2007) beberapa mikroba di daerah rizosfer seperti *Azospirillum* sp., *Azotobacter* sp., dan *Enterobacter* sp., dapat memberikan efek menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman. Tanaman menarik mikroba menguntungkan di daerah rizosfer dengan cara mengeluarkan eksudat akar yang berperan sebagai sumber nutrisi bagi mikroba. Sedangkan mikroba mengeluarkan metabolit berupa senyawa-senyawa aktif (salah satunya fitohormon) yang digunakan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Adanya eksudat akar tersebut yang menyebabkan populasi mikroba di daerah rizosfer jauh lebih tinggi daripada di tanah biasa.

Hasil penelitian Asyiah *et al*, (2015), menunjukkan bahwa bakteri *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas diminuta* berpengaruh secara nyata dalam menekan populasi nematoda terutama nematoda *Pratylenchus coffeae*. Perlakuan dari *B. subtilis* dengan kepadatan 10^8 cfu dapat menekan populasi nematoda sebesar 71,3 % dan bakteri *P. diminuta* dengan kepadatan 2.10^8 cfu mampu menekan populasi *P.coffeae* sebesar 64,2%. Penelitian sejenis oleh Wijayanti, dkk. (2017) menunjukkan bahwa *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis*, dan *Azotobacter* sp. yang berasal dari koleksi Laboratorium Bakteriologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang mampu menekan populasi nematoda *Meloidogyne* spp.

Hasil penelitian ini disebarluaskan melalui suatu media yaitu berupa buku nonteks. Berdasarkan hasil observasi dengan menyebarkan kuesioner pada

masyarakat umum terutama kalangan mahasiswa Universitas Jember dan petani kopi di daerah perkebunan Kali Bendo, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur, diperoleh hasil bahwa 70% mahasiswa dan petani sampel menjawab tidak mengetahui daerah rizosfer dan adanya rizobakteri yang berpotensi sebagai agen pengendali hayati. Hal ini menunjukkan bahwa pengetahuan masyarakat umum terutama pada kalangan mahasiswa dan petani kopi mengenai daerah rizosfer dan bakteri di daerah rizosfer yang berpotensi sebagai agen pengendali hayati masih rendah atau kurang. Oleh karena itu, hasil penelitian ini disebarluaskan untuk memberikan pengetahuan kepada masyarakat terutama para petani. Salah satu media informasi yang mudah dimengerti oleh masyarakat khususnya para petani adalah buku nonteks.

Buku nonteks merupakan buku pengayaan pengetahuan yang dapat digunakan oleh masyarakat umum, karena memiliki bentuk yang sederhana dan praktis serta berisi informasi yang mudah dimengerti oleh masyarakat dan dapat menambah wawasan bagi para pembacanya (Widyaningrum dkk, 2015). Buku nonteks yang disusun memuat informasi tentang hasil penelitian penulis yang disajikan dalam bentuk tulisan maupun gambar. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian mengenai spesies/genus bakteri yang berasal dari rizosfer tanaman kopi robusta yang terserang nematoda *P. coffeae* yang berjudul “Isolasi, Identifikasi dan Uji Aktivitas Proteolitik Rizobakteri dari Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora*) yang Terserang Nematoda Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Nonteks”.

1.2 Rumusan Masalah

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

- a. Apa sajakah spesies/genus rizobakteri yang berhasil diisolasi dari lahan kopi robusta (*Coffea canephora*) yang terserang nematoda *Pratylenchus coffeae*?
- b. Manakah spesies/genus rizobakteri yang berpotensi sebagai agen pengendali hayati melalui uji proteolitik yang berhasil diisolasi dari lahan kopi robusta (*Coffea canephora*) yang terserang nematoda *Pratylenchus coffeae*?

- c. Apakah buku nonteks mengenai “Isolasi, Identifikasi dan Uji Aktivitas Proteolitik Rizobakteri dari Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Terserang Nematoda” tervalidasi sebagai media informasi?

1.3 Batasan Masalah

Untuk mempermudah pembahasan dan mengurangi kerancuan dalam menafsirkan masalah dalam penelitian ini, maka perlu adanya batasan masalah sebagai berikut:

- a. Subjek penelitian adalah rizobakteri dari tanaman kopi robusta (*Coffea canephora*) dan terserang nematoda *Pratylenchus coffeae* di perkebunan kopi Kali Bendo, Kecamatan Glagah, Kabupaten Banyuwangi.
- b. Medium yang digunakan untuk isolasi rizobakteri yaitu medium *Nutrient Agar* (NA)
- c. Buku panduan untuk identifikasi bakteri yang digunakan yaitu Buku Panduan Identifikasi Bakteri oleh Cowan dan Steel (1970)
- d. Uji potensi bakteri sebagai agen pengendali hayati yang dilakukan adalah uji aktivitas proteolitik.
- e. Buku nonteks yang dihasilkan dari penelitian ini berupa buku berukuran 14,8 cm x 21 cm, memuat informasi tentang hasil penelitian penulis yang disajikan dalam bentuk tulisan maupun gambar.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka tujuan penelitian ini yaitu:

- a. Mengidentifikasi spesies/genus rizobakteri yang berhasil diisolasi dari lahan kopi robusta (*Coffea canephora*) yang terserang nematoda *Pratylenchus coffeae*.
- b. Mengetahui spesies/genus rizobakteri yang berpotensi sebagai agen pengendali hayati melalui uji proteolitik yang berhasil diisolasi dari lahan kopi robusta (*Coffea canephora*) yang terserang nematoda *Pratylenchus coffeae*.
- c. Menghasilkan buku nonteks yang berisi hasil penelitian tentang “Isolasi, Identifikasi dan Uji Aktivitas Proteolitik Rizobakteri dari Tanaman Kopi

Robusta (*Coffea canephora*) yang Terserang Nematoda” yang tervalidasi sebagai media informasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini yaitu:

- a. Bagi ilmu pengetahuan, dapat menambah wawasan keilmuan dan pengetahuan tentang keanekaragaman rizobakteri yang berhasil di isolasi dari tanaman kopi robusta (*Coffea canephora*) yang terserang nematoda *Pratylenchus coffeae*.
- b. Bagi peneliti, dapat mengaplikasikan ilmu pengetahuan yang telah di dapat selama berada pada bangku kuliah dan menjadi pengalaman tersendiri, serta dapat memperluas ilmu pengetahuan.
- c. Bagi peneliti lain, dapat digunakan sebagai bahan penelitian selanjutnya mengenai sumber agen pengendali hayati atau sebagai bahan perbandingan dan acuan untuk penelitian sejenis.
- d. Bagi masyarakat, dapat memberikan motivasi untuk memanfaatkan rizobakteri sebagai agen pengendali hayati.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kopi Robusta (*Coffea canephora*)

2.1.1 Deskripsi Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora*)

Robusta berasal dari kata “*robust*” yang artinya kuat, sesuai dengan gambaran postur tubuh tumbuhan ini dan tingkat kekentalan yang kuat. Kopi robusta dapat tumbuh di dataran rendah, namun lokasi yang paling baik untuk membudidayakan tanaman ini yaitu pada ketinggian 400-800 meter dpl. Suhu optimal pertumbuhan kopi jenis ini yaitu berkisar antara 24-30°C dengan curah hujan 2000-3000 mm per tahun. Tanaman kopi ini akan berbuah pada umur 2,5 tahun dan membutuhkan waktu kering 3-4 bulan. Tanaman ini menyukai tanah yang gembur dan kaya bahan organik. Tingkat keasaman tanah (pH) yang ideal yaitu 5,5-6,5 (Perdana, 2014).

2.1.2 Klasifikasi Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora*)

Klasifikasi tanaman kopi Robusta (*Coffea canephora*) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Division	: Tracheophyta
Class	: Magnoliopsida
Order	: Gentianales
Family	: Rubiaceae
Genus	: <i>Coffea</i>
Spesies	: <i>Coffea canephora</i> Pierre ex A. Froehner (ITIS, 2018).

2.1.3 Morfologi Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora*)

Kopi robusta memiliki cabang reproduksi atau wiwilan yang tumbuh tegak lurus. Buah kopi jenis ini dihasilkan dari cabang primer yang tumbuh mendatar (Perdana, 2014). Daun berbentuk oval dengan ujung meruncing. Daun tumbuh berselang-seling pada bagian batang dan cabang. Sedangkan pada bagian ranting, daun tumbuh pada bidang yang sama. Ukuran buah kopi robusta lebih kecil dari

kopi arabika. Bentuk biji cenderung membulat dan berukuran lebih kecil daripada arabika (Risnandar, 2016). Tanaman kopi robusta dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora*) (Yasland, 2017).

2.2 Nematoda *Pratylenchus coffeae*

2.2.1 Biologi *Pratylenchus coffeae*

Nematoda merupakan salah satu jenis organisme pengganggu tanaman (OPT) yang menyerang berbagai jenis tanaman pertanian dan perkebunan di negara-negara tropis. Nematoda yaitu berupa cacing halus yang hidup sebagai saprofit di dalam air dan tanah atau hidup sebagai parasit pada tanaman dan hewan (Mustika, 2010). *Pratylenchus coffeae* merupakan nematoda endoparasit yang berpindah dan mempunyai kisaran inang yang luas. Nematoda jenis ini sangat menyukai tanah yang bertekstur kasar atau tanah berpasir (Dropkin, 1996: 130). Nematoda *P. coffeae* dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Nematoda *Pratylenchus coffeae* (Saputra, 2017).

2.2.2 Klasifikasi *Pratylenchus coffeae*

Klasifikasi nematoda *Pratylenchus coffeae* dalam sistematika taksonomi hewan adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia	
Phylum	: Nematoda	
Class	: Chromadorea	
Order	: Tylenchida	
Family	: Hoplolaimidae	
Genus	: <i>Pratylenchus</i>	
Species	: <i>Pratylenchus coffeae</i>	(ITIS, 2018).

2.2.3 Gejala Serangan Nematoda *Pratylenchus coffeae*

Gejala serangan nematoda jenis ini di bawah permukaan tanah yaitu menyerang bagian korteks akar serabut yang aktif aktif dalam penyerapan hara dan air. Akibat serangan ini akar menjadi berwarna coklat, terdapat luka-luka nekrotik dan rusak. Luka-luka nekrotik tersebut akan meluas dan pada akhirnya seluruh serabut akar akan membusuk (Nugroharini, 2012). Gejala serangan nematoda jenis ini pada umumnya tidak terlalu spesifik. Tanaman mengalami pertumbuhan terhambat, ukuran daun dan cabang primer mengecil sehingga nampak kerdil, daun yang telah tua berwarna kuning secara perlahan (Nugroharini, 2012).

2.3 Rizosfer

Rizosfer merupakan zona tanah yang mengelilingi akar tanaman dimana sifat biologi dan sifat kimia tanah dipengaruhi oleh akar. Zona ini berukuran sekitar 1 mm yang mengelilingi seluruh permukaan akar (Kelly, 2005). Pendapat lain mengatakan bahwa rizosfer adalah tanah disekitar akar tanaman yang secara langsung dipengaruhi oleh mikroba tanah dan eksudasi perakaran tanaman. Penyediaan nutrisi pada tanaman sangat dipengaruhi oleh komposisi mikroba di daerah rizosfer (Sukmadi, 2013).

Istilah rizosfer diperkenalkan pada tahun 1904 oleh Hiltner, seorang ilmuwan Jerman untuk menunjukkan bagian tanah yang dipengaruhi oleh perakaran tanaman. Rizosfer dicirikan oleh lebih banyaknya kegiatan mikrobiologis dibandingkan kegiatan di dalam tanah yang jauh dari perakaran tanaman. Intensitas kegiatan seperti ini tergantung dari panjangnya jarak tempuh yang dicapai eksudasi oleh sistem perakaran. Istilah 'efek rizosfer' menunjukkan pengaruh keseluruhan perakaran tanaman terhadap mikroba tanah. Jadi diketahui bahwa mikroba tanah seperti bakteri, jamur, dan actinomycetes lebih banyak terdapat dalam tanah rizosfer daripada tanah nonrizosfer (Rao, 1994).

Rizosfer merupakan habitat yang sangat baik untuk pertumbuhan mikroba, karena perakaran tanaman menyediakan berbagai bahan organik yang umumnya mampu menstimulir pertumbuhan mikroba. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi adanya efek dari rizosfer yang menunjukkan pengaruh keseluruhan perakaran terhadap mikroorganisme tanah yaitu tipe tanah, kelembapan tanah, pH tanah, temperatur tanah, dan umur tanah. Keuntungan yang di peroleh dari adanya mikroba rizosfer yaitu: (a) mikroba dapat melarutkan dan menyediakan mineral seperti: N, P, Fe dan unsur lain; (b) mikroba dapat menghasilkan vitamin, asam amino, auxin dan giberelin yang mampu menstimulir pertumbuhan tanaman; (c) mikroba golongan patogenik mampu menghasilkan antibiotik (Octaviani, 2015). Beberapa genus bakteri seperti: *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Agrobacterium*, *Azotobacter*, *Mycobacterium*, *Flavobacterium*, *Cellulomonas*, *Micrococcus*, dan lainnya dilaporkan memiliki jumlah yang banyak dalam rizosfer (Rao, 1994).

2.4 Rizobakteri

2.4.1 Definisi Rizobakteri

Beberapa bakteri tanah hidup beberapa centimeter dari permukaan akar, kelompok bakteri tersebut disebut bakteri rhizosfer (rhizos= akar; fera= daerah). Jenis bakteri ini berperan aktif dalam siklus mineral, pemecahan kelupasan akar, dan hasil eksudasi akar, selain itu juga sebagai penambat nitrogen dari udara (Dropkin, 1996: 270). Elango *et all* (2013), menambahkan bahwa rizobakteri

merupakan bakteri yang hidup secara saprofit di daerah rizosfer atau daerah perakaran dan berperan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman untuk meningkatkan produksi pertanian dan berperan sebagai agen biokontrol terhadap penyakit tanaman.

Beberapa strain bakteri rizosfer merupakan bakteri *Plant Growth Promotion Rhizobacteria* (PGPR), karena dalam pengaplikasiannya dapat menstimulasi pertumbuhan dan meningkatkan daya tahan tanaman terhadap kondisi yang kurang menguntungkan (Bloemberg *et al.*, 2001).

2.4.2 Morfologi Bakteri Rizosfer

Bakteri rizosfer yang umum ditemukan pada berbagai jenis tanaman seperti lada, cabai, padi, kacang tanah, karet dan kedelai yaitu dari genus *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Clostridium*, dan *Azotobacter* (Abri *et al.*, 2014; Sutariati, 2006; Sutariati, 2014; Whardika *et al.*, 2014; Widawati, 2015). Morfologi dari masing-masing genus adalah sebagai berikut:

- a. Genus *Bacillus*, berbentuk batang, anaerob, gram positif, tidak bergerak, berspora dan tersusun dalam bentuk rantai. Badan gemuk dan ujungnya membulat atau persegi. Jenis ini termasuk ke dalam jenis termofilik, psikrofilik dan mesofilik. Toleransi terhadap gram yaitu berkisar mulai kurang dari 2% sampai 25% NaCl (Gupte, 1990: 242). Koloni bakteri ini berbentuk bulat dan menyerupai kaca, dapat mengencerkan gelatin, dan pertumbuhan pada media agar tegak mirip pohon cemara terbalik. Kebanyakan anggota genus *Bacillus* dapat membentuk endospora yang dibentuk secara intraseluler yang berfungsi sebagai suatu respon ketika kondisi lingkungan kurang menguntungkan, jadi genus *Bacillus* ini memiliki toleransi yang tinggi terhadap kondisi lingkungan yang berubah-ubah. *Bacillus* memiliki kemampuan dalam mereduksi nitrat, menghidrolisis pati dan gelatin, serta mampu memproduksi Beta-galaktosidase. Terdapat beberapa jenis bakteri yang bersifat saprofit pada air, tanah, udara, dan tumbuhan seperti *Bacillus cereus* dan *Bacillus subtilis* (Jawetz, *et al.*, 1996).

- b. Genus *Pseudomonas*, genus ini bersifat saprofit, berbentuk langsing, gram positif, berukuran 1,5 smp 3x3,5 mikron, bergerak aktif dengan flagel pada salah satu ujungnya dan tidak bersimpai. Bakteri ini tumbuh secara aerob dengan suhu optimum 37°C (Gupte, 1990: 282). Genus *Pseudomonas* bersifat katalase positif dan oksidase positif. Genus ini juga bersifat patogen oportunistik, yaitu mampu memanfaatkan kerusakan pada mekanisme pertahanan inang untuk melakukan suatu infeksi. Bakteri ini tidak berspora dan tidak memiliki selubung (Jawetz, *et all*, 1996).
- c. Genus *Clostridium*, genus ini berbentuk batang, gram positif, anaerob, memiliki spora, berbentuk seperti kumparan dan pleomorfik. Spora lebih besar daripada badan bakteri. Genus ini juga dapat bergerak aktif dengan flagel petritrich kecuali *Clostridium perfringens* dan *Clostridium* tipe VI (Gupte, 1990: 248).

2.4.3 Peranan Rizobakteri

Di dalam dunia pertanian maupun perkebunan di kenal adanya berbagai macam bakteri, baik bakteri menguntungkan maupun merugikan. *Lactobacillus* sp., *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas* sp., *Salmonella liquefaciens* dan *Rizobium leguminosarum* merupakan bakteri yang tergolong ke dalam bakteri agresif atau menguntungkan yang biasa disebut dengan RPTT (Rizobakteri Pemacu Tumbuh Tanaman) atau PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*). PGPR ini merupakan jenis bakteri menguntungkan yang hidup dan berkembang biak di sekitar perakaran tanaman. bakteri tersebut hidup dengan cara berkoloni disekeliling area perakaran yang keberadaan bakteri tersebut sangat menguntungkan bagi tanaman. PGPR ini memberi keuntungan dalam proses fisiologi dan pertumbuhan tanaman. Bakteri ini berpengaruh terhadap tanaman secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruh secara langsung yaitu mampu menyediakan dan mengatur penyerapan berbagai macam unsur hara dan mengubah konsentrasi fitohormon pemacu tumbuh tumbuhan. Sementara keuntungan tidak langsung dari bakteri ini adalah mampu menekan aktivitas

patogen dengan menghasilkan berbagai senyawa atau metabolit seperti antibiotik (Azzamy, 2015).

Berikut merupakan beberapa keuntungan dari PGPR, yaitu merangsang pembentukan hormon (ZPT) IAA, auksin, giberelin, sitokinin, etilen dll., menekan penyakit tanaman disekitar perakaran dengan antibiotik yang dihasilkannya (glukanase dan kitinase), meningkatkan ketersediaan unsur P dalam tanah, meningkatkan ketersediaan unsur Mn (Mangan), melarutkan unsur sulfur (S) dan meningkatkan daya serap tanaman terhadap unsur tersebut, meningkatkan daya serap tanaman terhadap unsur Fe, meningkatkan penyerapan unsur nitrogen (N), menghambat pertumbuhan dan perkembangbiakan penyakit perakaran, menjadi pesaing patogen dalam mendapatkan makanan sehingga populasi patogen berkurang, menghambat proses penuaan dini tanaman dengan cara menghambat produksi *etylen* (zat yang menyebabkan tanaman cepat tua dan mati), meningkatkan populasi bakteri dan cendawan yang menguntungkan (Azzamy, 2015).

Hasil penelitian isolat rizobakteri pada tanaman cabai sehat yang tumbuh di antara tanaman terserang penyakit antraknosa, menunjukkan bahwa semua isolat rizobakteri yang telah diuji memiliki kemampuan untuk memproduksi auksin IAA, dengan penambahan bahan asam amino triptofan (Sutariati, 2006).

Rizobakteri pada tanaman lada mampu membentuk zona penghambatan terhadap jamur patogen yaitu *Fusarium solani*. Selain terjadinya zona penghambatan, rizobakteri tersebut mampu menghambat dan menekan pertumbuhan *F. solani*, sehingga pertumbuhan *F. solani* terdesak dan sulit untuk tumbuh. Pada penelitian ini juga dilakukan uji antagonis bakteri terhadap *Meloidogyne incognita*, yang menunjukkan hasil bahwa bakteri isolat J12 yang teridentifikasi merupakan bakteri *Pseudomonas fluoresen* mampu menyebabkan nematoda *M. incognita* mengalami kematian mencapai 40% (Whardika, 2014).

Hasil penelitian Asyiah (2015), menunjukkan bahwa bakteri *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas diminuta* berpengaruh secara nyata dalam menekan populasi *Pratylenchus coffeae*. Perlakuan dari *B. subtilis* dengan kepadatan 10^8 cfu dapat menekan populasi nematoda sebesar 71,3 % dan bakteri *P. diminuta*

dengan kepadatan $2 \cdot 10^8$ cfu mampu menekan populasi *P.coffeae* sebesar 64,2%. Selain itu, Asyiah *et all* (2010) menyatakan bahwa tiga jenis isolat bakteri yang berasal dari Banjarnegara yaitu *B. alvei*, *Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus stearothermophilus* efektif dalam mengendalikan nematoda sista kuning (*Globodera rostochiensis*) pada kentang. Penelitian sejenis oleh Wijayanti, dkk. (2017) menunjukkan bahwa *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis*, dan *Azotobacter* sp. yang berasal dari koleksi Laboratorium Bakteriologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang mampu menekan populasi nematoda *Meloidogyne* spp.

2.5 Isolasi dan Identifikasi Bakteri

Isolasi adalah mengambil mikroorganisme yang terdapat di alam dan menumbuhkannya dalam suatu medium buatan. Prinsip dari isolasi bakteri adalah memisahkan satu jenis bakteri dengan jenis bakteri lainnya. Memindahkan bakteri dari medium lama ke medium baru diperlukan ketelitian dan sterilisasi alat-alat yang digunakan agar terhindar dari terjadinya kontaminasi. Pada pemindahan bakteri di cawan petri, cawan petri tersebut harus dibalik, hal ini berfungsi untuk menghindari adanya tetesan air yang mungkin melekat pada dinding tutup cawan petri (Alam dkk., 2013). Pertumbuhan bakteri dapat dilakukan dalam medium padat, karena dalam medium padat sel-sel bakteri akan membentuk suatu koloni sel yang tetap pada tempatnya. Ada beberapa teknik isolasi bakteri yaitu:

- a. Metode gores atau *streak plate* menggunakan ose dan menggoreskannya pada permukaan medium agar lempeng dengan pola tertentu, dengan harapan pada ujung goresan hanya sel-sel bakteri tunggal yang terlepas dari ose dan menempel ke medium. Sel-sel bakteri tunggal inilah yang kemudian dapat dipindahkan ke medium selanjutnya agar mendapat biakan murni.
- b. Metode tuang atau *pour plate* dilakukan dengan 2 cara, yaitu dengan mencampur suspensi bakteri dengan medium agar pada suhu 50°C kemudian menuangkan pada cawan petri, atau dengan menuangkan suspensi bakteri pada dasar cawan petri kemudian menuangkan medium di atasnya lalu mengaduk. Setelah agar mengeras, bakteri akan berada pada tempat masing-

masing dan diharapkan bakteri tidak mengelompok sehingga dapat terbentuk koloni tunggal.

- c. Metode sebar atau *spread plate* dilakukan dengan menyemprotkan suspensi ke atas medium agar kemudian menyebarkan secara merata menggunakan L *glass*. Dengan metode ini diharapkan bakteri terpisah secara individual, kemudian dapat tumbuh menjadi koloni tunggal (Wati, 2013).

2.6 Uji Aktivitas Proteolitik

Protease adalah suatu enzim proteolitik yang dapat mengkatalisis pemutusan ikatan peptida pada protein. Protease dibutuhkan secara fisiologi untuk kehidupan organisme pada tumbuhan, hewan maupun mikroorganisme. Uji aktivitas proteolitik ini menggunakan media susu skim milk agar (SMA), susu skim mengandung kasein yang dapat dipecah oleh mikroorganisme proteolitik menjadi senyawa nitrogen terlarut sehingga pada koloni dikelilingi area bening, sehingga hal tersebut menunjukkan adanya aktivitas proteolitik yang dilakukan oleh mikroorganisme (Ferdiaz, 1992).

Bakteri proteolitik merupakan bakteri yang dapat menghidrolisis protein menjadi peptida yang lebih kecil atau unit asam amino (Yuniati, 2015). Menurut Durham (1987), bakteri proteolitik adalah bakteri yang memproduksi enzim protease ekstraseluler, yaitu enzim pemecah protein yang diproduksi di dalam sel kemudian dilepaskan keluar dari sel.

Beberapa genus bakteri yang diketahui mampu menghasilkan protease di antaranya adalah golongan genus *Bacillus*, *Lactococcus*, *Streptomyces*, dan *Pseudomonas* (Rao dkk., 1998; Said dan Likadja, 2012). Uji aktivitas proteolitik positif ditunjukkan dengan adanya zona bening yang terjadi di sekitar koloni bakteri pada medium *Skim Milk Agar* (SMA) (Yuniati, 2015).

2.7 Buku Nonteks

Buku nonteks merupakan sejenis buku pengayaan pengetahuan yang dapat digunakan oleh masyarakat umum maupun sekolah, namun buku ini bukan merupakan buku pegangan utama yang digunakan oleh peserta didik dalam

kegiatan pembelajaran (Widyaningrum, 2015). Buku nonteks selain disajikan dalam bentuk narasi, dapat pula disajikan dalam bentuk komik, cerita bergambar atau gambar bercerita. Hal yang perlu diperhatikan dalam penyajian buku tersebut yaitu menggunakan cara yang kreatif, inovatif, dan menyenangkan, serta dapat dimanfaatkan oleh pembaca umum (Kemendikbud, 2015).

Karakteristik buku nonteks yaitu:

- (a) Buku-buku dapat digunakan di sekolah, namun bukan merupakan buku pegangan pokok peserta didik,
- (b) Buku tidak menyajikan materi yang dilengkapi dengan instrumen evaluasi dalam bentuk teks atau ulangan, latihan kerja siswa (LKS) atau bentuk lainnya,
- (c) Penerbitan buku tidak dilakukan secara serial berdasarkan tingkatan kelas,
- (d) Materi atau isi buku nonteks dapat dimanfaatkan oleh pembaca dari semua kalangan atau masyarakat umum, dan
- (e) Materi atau isi buku nonteks pelajaran cocok digunakan sebagai bahan pengayaan atau rujukan, maupun panduan (Fitri, 2012; Sari, 2014).

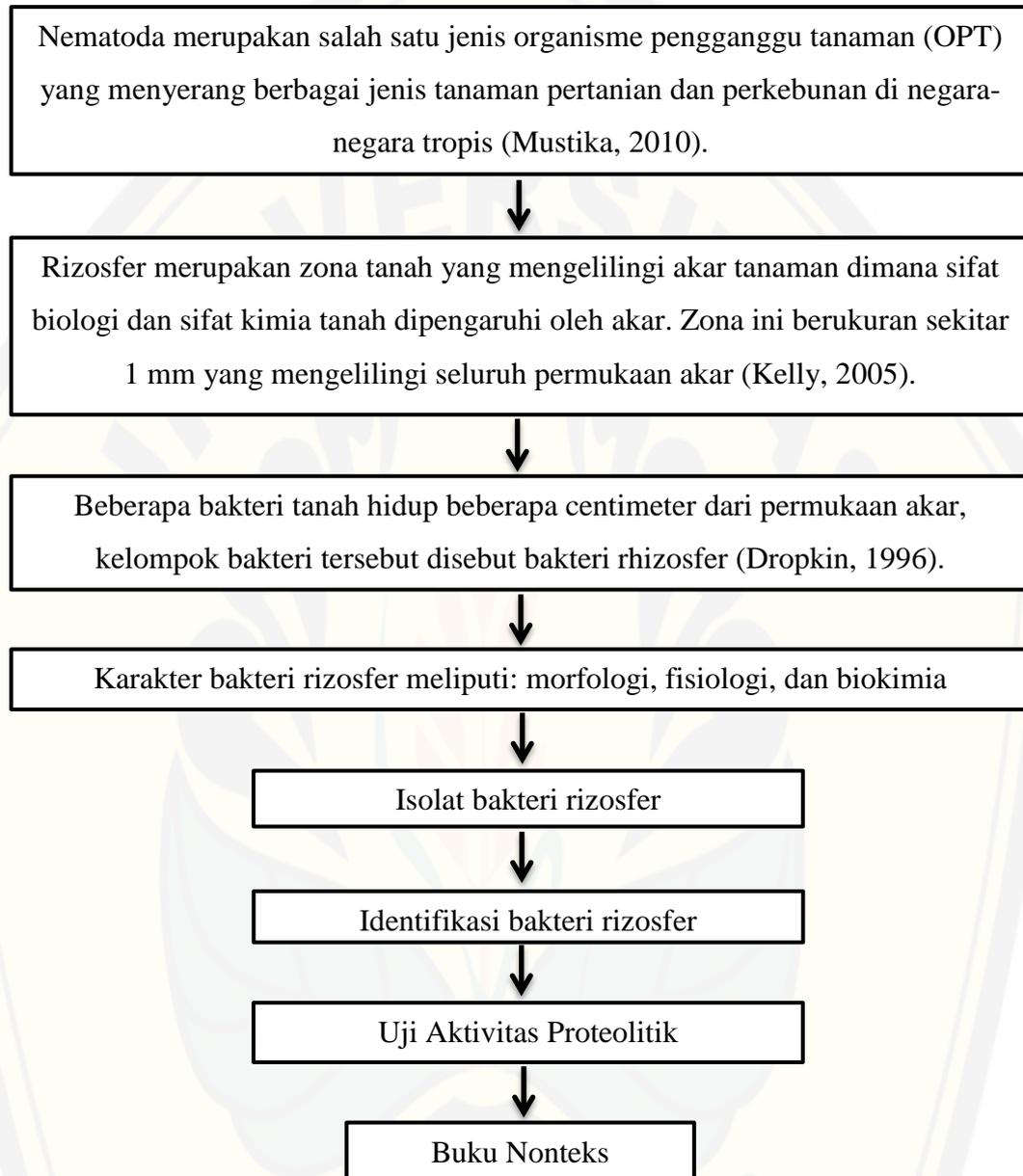
Pengembangan buku nonteks menggunakan model 4-D, yaitu terdapat 4 tahapan yang harus dilalui dalam pembuatan buku nonteks meliputi: pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), dan penyebaran (*disseminate*) (Sari, 2014). Tahap pertama yaitu pendefinisian (*define*), pada tahap ini hal yang dilakukan adalah menetapkan dan mendefinisikan kebutuhan yang menjadi syarat dalam pembelajaran. Tahap kedua yaitu perancangan (*design*), pada tahap ini aspek yang perlu dikembangkan adalah pemilihan format dan media untuk bahan dan produksi versi awal. Tahap ketiga yaitu pengembangan (*develop*), pada tahap ini meliputi penyusunan dan validasi perangkat oleh para ahli dan revisi. Serta tahapan keempat yaitu penyebaran (*disseminate*), yaitu penyebaran kepada pengguna (Widyaningrum, 2015).

Buku non teks berfungsi sebagai bahan pengayaan dalam bidang pengetahuan, keterampilan, dan kepribadian, serta sebagai panduan pendidik, atau referensi dalam kegiatan pembelajaran dan pendidikan (Kemendikbud, 2015). Pendapat lain mengatakan bahwa fungsi buku nonteks adalah sebagai pengayaan

pengetahuan, yaitu untuk menambah wawasan dan meningkatkan pengetahuan (*knowledge*) tentang ilmu pengetahuan, seni, dan teknologi (Widyaningrum, 2015).

Buku nonteks harus memuat unsur-unsur kulit buku, yakni kulit depan, kulit belakang, dan punggung buku. Kulit depan terdiri atas judul buku, subjudul (jika ada), peruntukan buku, identitas penerbit, dan ilustrasi. Penulisan judul buku harus dominan, kontras, dan menarik. Selain itu buku nonteks juga memuat bagian-bagian buku yang meliputi bagian awal buku, bagian isi, dan bagian akhir buku. Bagian awal meliputi halaman judul, halaman penerbitan (halaman hak cipta), halaman kata pengantar, halaman daftar isi, halaman daftar gambar, halaman daftar tabel, penomoran halaman. Bagian isi merupakan uraian materi tentang pokok bahasan yang sesuai dengan judul buku. Uraian materi harus dapat memperhatikan mengenai aspek materi, aspek kebahasaan, aspek penyajian, dan aspek kegrafikaan. Bagian akhir buku terdiri atas daftar pustaka, glosarium, indeks, informasi penulis, serta lampiran-lampiran (Dadang, 2016).

2.8 Kerangka Berpikir



Gambar 2.3 Kerangka Berpikir

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif eksploratif. Penelitian ini mengisolasi, mengidentifikasi dan melakukan uji aktivitas proteolitik terhadap rizobakteri yang terdapat pada tanaman kopi robusta (*Coffea canephora*) di kebun kopi yang terserang nematoda *Pratylenchus coffeae*. Hasil isolasi, identifikasi dan uji aktivitas proteolitik rizobakteri pada tanaman kopi robusta sebagai bahan penyusun buku nonteks.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Tahap persiapan pengambilan tanah rizosfer tanaman kopi di kebun kopi robusta (*Coffea canephora*) yang terserang nematoda *Pratylenchus coffeae*, Kawasan Kebun Kali Bendo, Kecamatan Glagah, Kabupaten Banyuwangi. Sedangkan tahap persiapan isolasi, identifikasi dan uji aktivitas proteolitik bakteri dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Jember.

3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 2 bulan, yaitu mulai dari 12 Februari 2018 sampai dengan 30 Maret 2018.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan antara lain meliputi: *autoclave*, inkubator, mikroskop cahaya, cawan petri, *beaker glass* 600 ml, *vortex*, *Laminar Air Flow* (LAF), ose, jarum N, *L glass*, tabung reaksi sedang, gelas ukur 10 dan 100 ml, kompor listrik, pengaduk, pipet, bunsen, kertas kayu, *aluminium foil*, kapas, plastik sil, kertas label, alat tulis, timbangan, *tissue*, *eppendorf*, mikropipet 1000 mikron dan tip.

3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah media *Nutrient Agar* (NA), media *Nutrient Broth* (NB), media *Skim Milk Agar* (SMA), alkohol 70%, KOH 3%, spirtus, bahan pewarna gram, bahan pewarna spora, bahan pewarna tahan asam, media uji oksidatif dan fermentatif (O-F), media uji katalase, media uji oksidase, media uji karbohidrat, media uji kebutuhan oksigen, aquades, air, dan tanah dari rizosfer tanaman kopi dari kebun kopi robusta (*Coffea canephora*) yang terserang nematoda *Pratylenchus coffeae*.

3.4 Penentuan Populasi dan Sampel

3.4.1 Populasi Penelitian

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh lahan di kebun kopi robusta (*Coffea canephora*) yang terserang nematoda *Pratylenchus coffeae* di kebun Kali Bendo, Kecamatan Glagah, Kabupaten Banyuwangi.

3.4.2 Sampel Penelitian

Sampel penelitian ini adalah tanah rizosfer yaitu tanah yang menempel pada perakaran ketika akar di cabut dari tanaman kopi robusta (*Coffea canephora*) pada kebun kopi robusta yang terserang nematoda *Pratylenchus coffeae* di kebun Kali Bendo, Kecamatan Glagah, Kabupaten Banyuwangi.

3.5 Definisi Operasional

Peneliti memberikan pengertian untuk menjelaskan operasional penelitian agar tidak menimbulkan pengertian ganda terhadap pembaca. Adapun definisi operasional dalam penelitian ini yaitu:

- a. Rizosfer adalah tanah yang menempel pada perakaran ketika akar dicabut.
- b. Isolasi bakteri merupakan cara untuk memisahkan atau memindahkan bakteri dari tanah sekitar perakaran (rizosfer) tanaman kopi robusta (*Coffea canephora*) di kebun kopi robusta yang terserang nematoda *Pratylenchus coffeae* menggunakan medium *Nutrient Agar* (NA), sehingga diperoleh kultur murni.

- c. Identifikasi bermaksud untuk mengetahui spesies/genus bakteri di daerah rizosfer yang dapat bertahan hidup pada tanaman kopi robusta (*Coffea canephora*) yang terserang nematoda *Pratylenchus coffeae* dengan melihat karakter morfologi, fisiologi (pewarnaan gram, uji KOH, pewarnaan tahan asam, pewarnaan spora, uji motilitas, dan uji kebutuhan oksigen), dan biokimia (uji oksidase, uji karbohidrat, uji katalase, dan uji oksidatif-fermentatif).
- d. Uji potensi rizobakteri yang berperan sebagai agen pengendali hayati di uji dengan uji aktivitas proteolitik yaitu menggunakan media *Skim Milk Agar* (SMA).

3.6 Desain Penelitian

3.6.1 Penentuan Lokasi Penelitian

Penentuan lokasi penelitian ini dengan menggunakan teknik sampling bertujuan (*purposive sampling*). Sampling bertujuan (*purposive sampling*) adalah teknik pemilihan sampel yang digunakan oleh peneliti jika peneliti memiliki suatu pertimbangan tertentu di dalam pengambilan sampelnya (Arikunto, 2000).

Lokasi pada penelitian ini yaitu perkebunan kopi robusta (*Coffea canephora*) di Kali Bendo, Kecamatan Glagah, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur. Perkebunan ini merupakan perkebunan milik perusahaan swasta. Pada kawasan perkebunan ini terdapat blok lokasi lahan perkebunan robusta yang menunjukkan gejala terserang nematoda. Peta perkebunan dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Peta lokasi Penelitian di Perkebunan Kali Bendo, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur (Sumber: <http://www.googlemaps.com>)

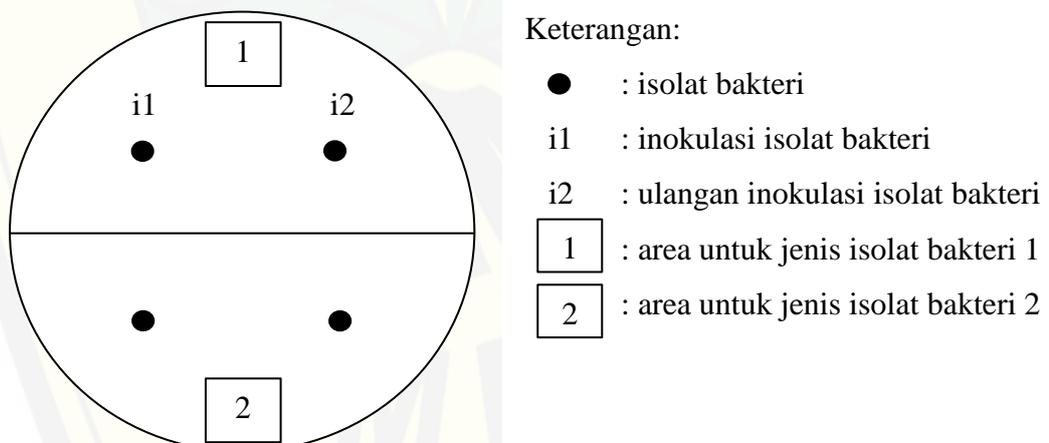
3.6.2 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel dengan menggunakan metode sampling acak (*random sampling*) pada areal lahan kopi robusta yang terserang nematoda *Pratylenchus coffeae*. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara:

- Mencangkul tanah disekitar tanaman kopi robusta (*Coffea canephora*) yang dengan luas sekitar 30x30 cm dan kedalaman sekitar 20-30 cm hingga menembus serabut akar dari tanaman kopi (lokasi pencangkulan berada di bawah tajuk tanaman kopi)
- Mengambil serabut akar tanaman kopi yang terpotong dari akar primer
- Mengambil tanah yang menempel pada akar kopi dan memasukkan ke dalam kantong plastik kemudian membawa ke Laboratorium Mikrobiologi, FMIPA, Universitas Jember untuk melakukan tahap isolasi.

3.6.3 Uji Aktivitas Proteolitik

Uji aktivitas proteolitik ini menggunakan medium *Skim Milk Agar* (SMA) di dalam *petridish*. Di dalam satu *petridish* berisi 2 jenis isolat bakteri yang berbeda dengan masing-masing 1 kali ulangan. Inokulasi isolat bakteri dilakukan dengan cara mengambil isolat murni menggunakan ose, kemudian menempelkan ose pada permukaan medium SMA dan menginkubasi selama 48 jam. Desain uji aktivitas proteolitik dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Desain Uji Aktivitas Proteolitik

3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1 Persiapan Alat dan Bahan

Melakukan persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian di tempat penelitian, antara lain yaitu melakukan tahap persiapan pengambilan tanah dari rizosfer tanaman kopi robusta (*Coffea canephora*) di kebun Kali Bendo, Kabupaten Banyuwangi. Serta melakukan tahap persiapan isolasi dan identifikasi bakteri di Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, Fakultas MIPA Universitas Jember.

3.7.2 Sterilisasi Alat dan Bahan

Menyeterilkan semua alat yang digunakan dengan *autoclave* pada temperatur 121°C pada tekanan uap 15 atm selama 30 menit, sedangkan sterilisasi bahan yang digunakan yaitu *Nutrient Agar* disterilkan dengan *autoclave* pada temperatur 121°C pada tekanan uap 15 atm selama 20 menit.

3.7.3 Isolasi Bakteri Rizosfer

Mengambil tanah dari rizosfer tanaman kopi sebanyak 1 gram dan memasukkan ke dalam tabung reaksi berisi 9 ml larutan garfis, lalu melakukan pencampuran hingga homogen menggunakan *vortex*, selanjutnya mengambil 1 ml ekstrak dan mengencerkan secara seri hingga pengenceran 10^{-5} . Selanjutnya memasukkan sebanyak 0,1 ml ekstrak dari pengenceran 10^{-3} sampai 10^{-5} ke dalam *petridish* steril yang telah berisi medium NA dengan masing-masing 3 ulangan, kemudian disebar merata di dalam *petridish* menggunakan *L glass*. Ekstrak yang telah disebar di dalam *petridish* diinkubasi selama 2 hari. Memurnikan koloni yang tumbuh pada saat isolasi, yaitu memindahkan ke media miring dalam tabung reaksi dan disimpan di dalam lemari es.

3.7.4 Peremajaan Isolat Bakteri

Meremajakan isolat bakteri yang telah di dapatkan dengan menggunakan metode cawan gores (*streak plate*) pada medium NA miring di dalam tabung reaksi dan menginkubasi pada suhu ruang selama 24 jam.

3.7.5 Identifikasi Bakteri

Melakukan pengujian terhadap sifat-sifat morfologi, fisiologi dan biokimia pada rizobakteri untuk mengetahui jenis bakteri hingga tingkat genus maupun spesies.

a. Karakterisasi Morfologi

Karakterisasi morfologi meliputi:

1) Pada medium NA cawan yang diamati meliputi;

- a) Pertumbuhan, yaitu pertumbuhan koloni dipermukaan atau di bawah medium
- b) Bentuk koloni: *punctiform, circular, filaments, irregular, curled, amoeboid, myceloid, rhizoid*
- c) Elevasi: *flat, raised, convex, umbonate*
- d) Bentuk tepi: *entire, undulate, lobate, erose, filamentous, curled*
- e) Bentuk struktur dalam: *opaque, filament, curled, granular, translucent, transparent.*

2) Pada medium NA miring

Menanam isolat bakteri menggunakan metode *streak* pada medium NA miring pada tabung reaksi. Yang diamati adalah bentuk pertumbuhan: *filiform, echinulate, beaded, spreading, arboriscent, rhizoid, plumose.*

3) Pada medium NA tegak

Menanam pada medium NA tegak dengan mengambil sedikit isolat bakteri murni menggunakan jarum N steril kemudian ditusukkan sampai setengah dari ketinggian medium pada tabung reaksi. Yang di amati pada medium NA tegak adalah bentuk pertumbuhan pada bekas tusukan: *filiform, echinulate, beaded, villous, rhizoid, arboriscent.*

4) Pada medium NB (*Nutrient Broth*)

Melakukan langkah kerja pengamatan pada medium NB (*Nutrient Broth*) adalah dengan mengambil sedikit isolat murni menggunakan ose steril kemudian mencelupkan sedikit ke dalam medium. Yang perlu di amati adalah:

- a) Pertumbuhan pada permukaan: *ring, pellicle, flocculent, membranous*, tak membentuk selaput
 - b) Kekeruhan: sedikit, sedang, hebat
 - c) Bau: tak berbau, berbau seperti
 - d) Endapan: kompak, bentuk dan ukurannya tidak tentu, granular, 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 dengan menggunakan alkohol 70%
 - b) Mengambil isolat bakteri menggunakan jarum ose secara aseptik dan mengoleskan pada kaca objek
 - c) Menetesi isolat bakteri dengan kristal violet dan membiarkan selama 1 menit
 - d) Mencuci isolat bakteri pada kaca objek yang telah ditetesi kristal violet menggunakan air mengalir lalu membiarkan selama 1 menit
 - e) Menetesi isolat bakteri menggunakan larutan iodine dan membiarkan selama 1 menit
 - f) Mencuci isolat bakteri pada kaca objek yang telah ditetesi iodine menggunakan air mengalir lalu membiarkan selama 1 menit
 - g) Menetesi isolat bakteri dengan alkohol 95 % selama 30 detik
 - h) Mencuci isolat bakteri pada kaca objek yang telah ditetesi alkohol menggunakan air mengalir lalu membiarkan selama 1 menit
 - i) Menetesi isolat bakteri dengan safranin selama 30 detik
 - j) Mencuci isolat bakteri pada kaca objek yang telah ditetesi safranin menggunakan air mengalir lalu membiarkan selama 1 menit
 - k) Melakukan pengamatan dengan menggunakan mikroskop. Bakteri gram positif ditandai dengan warna ungu yang menunjukkan bahwa bakteri tersebut mampu mengikat warna kristal violet, sedangkan bakteri gram negatif ditandai dengan warna merah muda (Hadioetomo, 1990). Selain

itu, dapat melakukan pengamatan kemurnian bakteri rizosfer tersebut dan bentuk sel bakteri dengan cara mengamati bentuk selnya secara mikroskopik pada kaca preparat sehingga dapat diketahui bentuknya (kokus, batang atau spiral).

2) Uji KOH

Uji KOH dilakukan dengan cara:

- a) Membersihkan kaca benda menggunakan alkohol 70%
- b) Meletakkan 1 tetes KOH 3% pada kaca benda
- c) Mengambil isolat bakteri dari medium miring menggunakan ose
- d) Mencampurkan isolat bakteri dengan KOH 3%
- e) Melakukan pengamatan dengan cara mengangkat ose. Jika terbentuk lendir, maka menunjukkan isolat bakteri tersebut termasuk gram negatif. Jika tidak terbentuk lendir, maka menunjukkan isolat bakteri tersebut termasuk gram positif.

3) Pewarnaan Tahan Asam

Sebagian bakteri dapat menahan karbol fuksin walaupun dapat dilunturkan dengan asam, sifat tahan asam ini disebabkan oleh adanya asam mikolat, sehingga disebut bakteri tahan asam (Gupte, 1990: 36). Pewarnaan tahan asam dilakukan dengan cara:

- a) Membersihkan kaca objek dengan menggunakan alkohol 70%
- b) Mengambil isolat bakteri menggunakan jarum ose secara aseptik dan mengoleskan pada kaca objek yang telah ditetesi aquades steril
- c) Melakukan fiksasi isolat bakteri di atas nyala bunsen sampai kering
- d) Menetesi isolat bakteri dengan larutan pewarna karbol fuksin selama 5-10 menit di atas nyala api
- e) Mencuci isolat bakteri pada kaca benda yang telah ditetesi karbol fuksin menggunakan air mengalir lalu membiarkan selama 1 menit
- f) Menetesi isolat bakteri dengan larutan alkohol asam sampai agak kemerahan
- g) Mencuci isolat bakteri pada kaca benda yang telah ditetesi alkohol asam menggunakan air mengalir lalu membiarkan selama 1 menit

- h) Menetesi isolat bakteri dengan larutan *methilen blue* selama 30 detik
- i) Mencuci isolat bakteri pada kaca benda yang telah ditetesi *methilen blue* menggunakan air mengalir lalu membiarkan selama 1 menit
- j) Mengamati dibawah mikroskop dengan pembesaran kuat. Sebagai indikasi tahan asam maka akan menunjukkan warna merah pada bakteri.

4) Pewarnaan Spora

Pewarnaan Spora dilakukan dengan cara:

- a) Menginokulasi bakteri ke dalam medium miring
- b) Menginkubasi bakteri selama 3-7 hari (agar bakteri dapat menghasilkan spora)
- c) Membersihkan kaca objek dengan menggunakan alkohol 70%
- d) Mengambil isolat bakteri menggunakan jarum ose secara aseptik dan mengoleskan pada kaca objek yang telah ditetesi aquades steril
- e) Memfiksasi isolat bakteri di atas nyala bunsen sampai kering
- f) Menetesi isolat bakteri dengan larutan pewarna *green malachite* selama kurang lebih 10 menit
- g) Mencuci isolat bakteri pada kaca benda yang telah ditetesi *green malachite* menggunakan air mengalir lalu membiarkan selama 1 menit
- h) Menetesi isolat bakteri menggunakan larutan safranin selama 1 menit
- i) Mencuci isolat bakteri pada kaca benda yang telah ditetesi safranin menggunakan air mengalir lalu membiarkan selama 1 menit
- j) Mengamati di bawah mikroskop dengan perbesaran kuat. Sebagai indikasi terdapatnya endospora akan berwarna hijau, dan bagian sel yang tidak mengandung endospora akan berwarna merah terang.

5) 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 drop*
- c) Mengamati pergerakan bakteri pada mikroskop

6) Uji Kebutuhan Oksigen

Uji kebutuhan oksigen dilakukan dengan cara:

- a) Menggunakan medium NB (*Nutrient Broth*)
- b) Menginokulasi isolat pada medium NB secara aseptik menggunakan jarum ose
- c) Menginkubasi selama 24-48 jam pada suhu 37°C
- d) Mengamati sifat pertumbuhan bakteri pada medium NB. Bakteri anaerob akan tumbuh mengelompok pada dasar medium, bakteri anaerob fakultatif akan tumbuh tersebar di seluruh medium, bakteri mikroaerofil akan tumbuh mengelompok sedikit di bawah permukaan medium, sedangkan bakteri aerob akan tumbuh pada permukaan medium.

c. Pengamatan Karakter Biokimia

1) Uji Fermentasi Karbohidrat

Uji fermentasi karbohidrat yang dilakukan pada penelitian ini adalah uji glukosa. Dilakukan dengan cara:

- a) Membuat medium uji fermentasi karbohidrat dengan indikator glukosa yang terdiri dari *Nutrient Broth* (NB), *phenol red* ditambah glukosa
- b) Mengambil isolat bakteri menggunakan ose
- c) Meletakkan isolat bakteri pada tabung yang telah berisi medium uji fermentasi karbohidrat dengan indikator glukosa. Indikator positif ditandai dengan adanya warna merah muda pada medium dan terbentuk gelembung gas pada tabung durham. Indikator negatif ditandai dengan tidak adanya perubahan warna pada medium dan tidak adanya gelembung gas pada tabung durham.

2) Uji Oksidase

Uji oksidase dilakukan dengan cara:

- a) Meletakkan satu tetes *tetramethyl* pada kertas saring steril
- b) Mengambil biakan bakteri pada medium miring menggunakan ose
- c) Meletakkan biakan bakteri pada kertas saring yang telah ditetesi *tetramethyl*. Uji positif ditandai dengan adanya perubahan warna biru

pada kertas. Sedangkan uji negatif ditandai dengan tidak adanya perubahan warna pada kertas saring.

3) 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) Meletakkan isolat bakteri pada kaca objek dan mencampurkan. Uji positif ditandai dengan terbentuknya gelembung-gelembung oksigen.

4) Uji Oksidatif-Fermentatif (O-F)

Uji Oksidatif-Fermentatif (O-F) dengan cara:

- a) Membuat medium TSA dengan campuran BTB dan agar, sebanyak 2 tabung
- b) Menginokulasi bakteri pada 2 tabung tersebut, satu tabung ditutup dengan parafin dan tabung yang lain tidak
- c) Menginkubasi selama 14 hari
- d) Melakukan pengamatan, oksidase akan terjadi pada bakteri aerob yaitu pada tabung yang tidak ditutup dengan parafin. Hasil positif jika terbentuk warna kuning pada tabung yang tidak ditutup karena hanya akan memproduksi reaksi asam. Sedangkan fermentasi terjadi pada bakteri anaerob yaitu tabung yang ditutup dengan parafin maupun tidak.

3.7.6 Identifikasi Bakteri Secara Manual

Semua isolat bakteri di uji dengan uji pewarnaan gram dan uji KOH untuk menentukan bakteri tersebut tergolong bakteri gram positif atau negatif. Selanjutnya menentukan genus bakteri tersebut dengan melakukan uji fisiologi meliputi uji tahan asam, uji spora, dan uji motilitas, serta uji biokimia meliputi uji katalase, uji oksidase, uji oksidatif-fermentatif (O-F), dan uji fermentasi karbohidrat, sesuai dengan buku panduan identifikasi bakteri Cowan dan Steel (1970), sehingga diperoleh genus atau spesies bakteri.

3.7.7 Uji Aktivitas Proteolitik

Uji aktivitas proteolitik dilakukan dengan cara:

- a. Membuat medium *Skim Milk Agar* (SMA) yang terdiri dari pepton 0,1%, NaCl 0,5%, agar 2%, dan susu skim 10%.
- b. Menginokulasikan biakan isolat bakteri pada medium *skim milk agar* (SMA) pada 2 titik
- c. Menginkubasikan pada temperatur 37°C selama 2 hari
- d. Mengamati adanya zona bening di sekitar koloni bakteri kemudian menghitung indeks proteolitik.

3.8 Penyusunan Buku Nonteks

3.8.1 Pembuatan Buku Nonteks

Tahap pembuatan buku nonteks dilaksanakan setelah selesai tahap penelitian. Ukuran buku nonteks yang disusun adalah 14,8 cm x 21 cm. Buku nonteks berisi penjelasan mengenai informasi hasil penelitian tentang isolasi dan identifikasi rizobakteri pada rizosfer tanaman kopi robusta yang terserang *Pratylenchus coffeae* dengan dilengkapi gambar untuk memperjelas informasi yang disajikan. Buku nonteks yang dihasilkan berupa buku informatif yang bertujuan untuk menyebarkan informasi hasil penelitian terutama dengan sasaran masyarakat umum, petani, dan lembaga perkebunan.

3.8.2 Uji Validasi Buku Nonteks

Validasi buku ini dilakukan oleh 2 orang validator ahli, yaitu dosen Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember dalam bidang pendidikan (ahli media) dan dosen ahli materi, serta 1 orang pengguna. Hasil validasi digunakan untuk merevisi atau memperbaiki produk sehingga buku yang dihasilkan dapat memenuhi standar kelayakan buku (Widyaningrum dkk., 2015). Hasil uji validasi buku nonteks digunakan untuk menganalisis kelayakan buku ini sebagai media cetak informasi. Adapun hasil uji validasi buku berupa angka dan saran-saran dalam pembuatan buku nonteks. Uji validasi dilakukan berdasarkan kriteria-kriteria yang harus terpenuhi dalam pembuatan buku nonteks.

3.9 Analisis Data

3.9.1 Uji Aktivitas Proteolitik

Analisis uji aktivitas proteolitik diperoleh dari mengamati ada atau tidaknya zona bening di sekitar koloni bakteri, kemudian menghitung diameter zona bening dan menghitung indeks proteolitik (IP). Menurut Agustien (2010), adapun rumus menghitung indeks proteolitik (IP) adalah sebagai berikut:

$$\text{Indeks Proteolitik (IP)} = \frac{\text{diameter zona bening} - \text{diameter koloni}}{\text{diameter koloni}}$$

3.9.2 Buku Nonteks

Setelah dilakukan validasi buku nonteks oleh 2 validator dan 1 orang masyarakat pengguna, maka selanjutnya dilakukan analisis validasi buku nonteks. Analisis validasi buku nonteks berdasarkan nilai yang didapat dari hasil validasi buku nonteks oleh validator. Tahap selanjutnya adalah menghitung hasil uji menggunakan rumus presentase. Data presentase penilaian yang diperoleh diubah menjadi data kuantitatif deskriptif yang menggunakan kriteria validitas tabel 3.1 berikut ini. Adapun rumus menghitung nilai uji validasi adalah sebagai berikut:

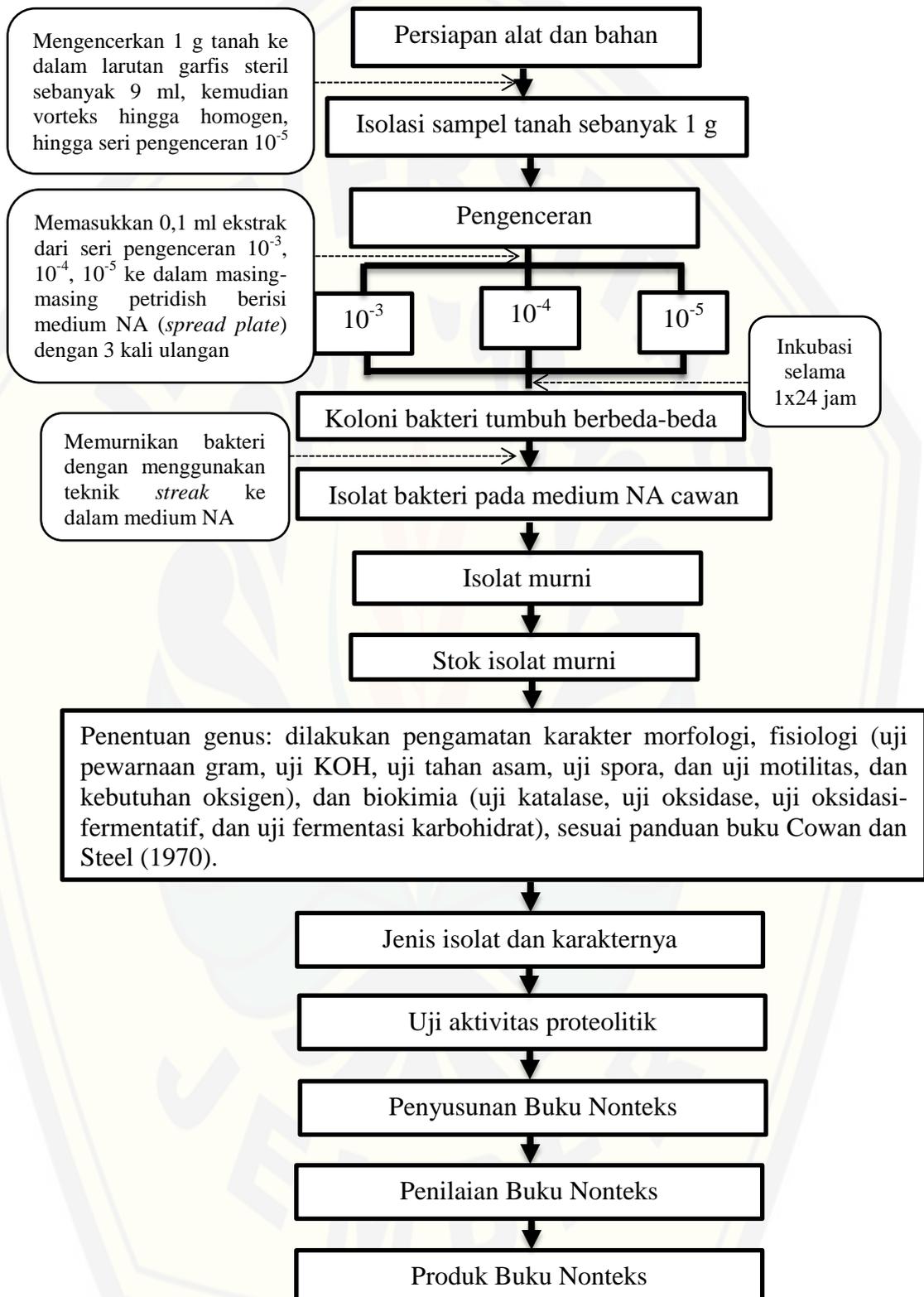
$$\text{Presentase skor (P)} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

Tabel 3.1 Kualifikasi Kelayakan Buku Nonteks

Prosentase pencapaian	Interpretasi	Makna
76 - 100 %	Layak	Sangat valid, produk layak digunakan dan tidak perlu perbaikan
56 - 75 %	Cukup layak	Cukup valid, produk layak digunakan tetap perlu sedikit perbaikan
40 - 55 %	Kurang layak	Kurang valid, produk belum layak digunakan dan perlu perbaikan
0 - 39 %	Tidak layak	Tidak valid, produk tidak layak digunakan dan perlu kajian ulang

(Arikunto, 2000).

3.10 Alur Penelitian



Gambar 3.3 Skema Alur Penelitian

- c. Melakukan uji lanjutan mengenai manfaat yang dapat diambil dari isolat rizobakteri yang telah didapatkan sebagai agen pengendali hayati.



DAFTAR PUSTAKA

- Abri dan A.C.C. Alamsyah. 2014. Isolasi Bakteri Rhizosfer Pada Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogea*) Asal Bantimurung. *Jurnal Galung Tropika*, 3 (1): 29-38.
- Agustien, A. 2010. *Protease Bakteri Termofilik*. Bandung: UNPAD PRESS.
- Akbari. G.A. 2007. Isolation and Selection of Indigenous *Azospirillum* spp. And the IAA of Superior Strains Effects on Wheat Roots. *World Journal of Agricultural Sciences* 3 (4): 523-529.
- Alam, M.S., Sarjono, dan Aminin. 2013. Isolasi Bakteri Selulolitik Termofilik Kompos Pertanian Desa Bayat, Klaten, Jawa Tengah. *Chem Info*. No. 1 (1): 190-195.
- Arikunto, S. 2000. *Manajemen Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Asyiah, I.N., Soekarto, M. Husain, Reginawanti H. 2010. *Biocontrol of Potato Cyst Nematode Globodera rostochiensis By Rhizobacter Isolates on Potato*. Proceeding og International Biotechnology Seminar and 5th KBI Congress. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Asyiah, I.N., S. Wiryadiputra, I. Fauzi, dan R. Harni. 2015. Populasi *Pratylenchus coffeae* (Z.) dan Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika Akibat Inokulasi *Pseudomonas diminuta* L. dan *Bacillus subtilis*. *Pelita Perkebunan*. Vol. 31 (1): 30-40.
- Azzamy. 2015. *Pengertian dan Fungsi PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria)*. [Online] <http://mitalom.com/pengertian-dan-fungsi-pgpr-plant-growth-promoting-rhizobacteria/> (Di akses tanggal 24 Januari 2018).
- Baker, SK., dan Cook JR. 1974. *Biological Control of Plant Pathogens*. San Fransisco: WH Freeman and Company.
- Bloemberg, G.V., and Lugtenberg, B.J.J. 2001. Molecular Basis of Plant Growth Promotion and Biocontrol by Rhizobacteria. *Curr. Opin. Plant Biol.*
- Cowan, S.T. dan Steel, K.J. 1970. *Manual For The Identification of Medical Bacteria*. London: The Syndics of The Cambridge University Press.
- Dadang. 2016. Kriteria Buku Teks Pelajaran Maupun Buku Nonteks Pelajaran yang Layak Digunakan oleh Satuan Pendidikan. [online] www.dadangjsn.com/2016/07/kriteria-buku-teks-pelajaran-maupun-buku-

- [nonteks-pelajaran-yang-layak-digunakan-oleh-satuan-pendidikan.html](#) (Di akses tanggal 26 Maret 2018).
- Dropkin, V.H. 1996. *Pengantar Nematodologi Tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Durham, D.R., D.B. Stewart, and E.J Stellwag. 1987. Novel Alkaline and Heat Stable Serine Proteases from Alkaliphilic *Bacillus* sp. strain GX6638. *Bacterial Journal*. 169(6): 2762-2768.
- Elango, R., Parthasarathi And S. Megala. 2013. Field level studies on the association of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in *Gloriosa superba* L. Rhizosphere. *Indian Streams Research Journal*, 3 (10): 1-6.
- Eleonora, L. 2016. *Robusta Jadi Spesialti Kenapa Tidak*. [Online]. <http://kopikini.com/robusta-jadi-spesialti-kenapa-tidak/> (Di akses tanggal 12 Oktober 2017).
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Fitri. 2012. *Penilaian Buku Nonteks Pelajaran*. [Online] <http://www.kopertis12.or.id/2012/12/18/penilaian-buku-nontekspelajaran.html> (Di akses tanggal 17 Oktober 2017).
- Google Maps. 2018. *Peta Lokasi Perkebunan Kalibendo, Kabupaten Banyuwangi*. [online]<https://www.google.co.id/maps/place/Jl.+Perkebunan+Kalibendo+Glagah,+Kabupaten+Banyuwangi,+Jawa+Timur+68432/@8.161111,114.2765845,1021m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x2dd14fa97f9cf4d5:0x2d6e745fa13e866218m2!3d8.1807206!4d114.2882663?hl=en> (Di akses tanggal 12 Januari 2018).
- Gupte, S. 1990. *Mikrobiologi Dasar*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Hadioetomo, R.S. 1990. *Mikrobiologi Dasar Dalam Praktek, Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka.
- Harni, R. dan Khaerati. 2013. Evaluasi Bakteri Endofit Untuk Pengendalian Nematoda *Pratylenchus coffeae* Pada Tanaman Kopi. *Buletin Risti* 4 (2): 109- 116.
- Hartono. 2013. *Produksi Kopi Nusantara Ketiga Terbesar Di Dunia*. [Online]. <http://www.kemenperin.go.id/artikel/6611/Produksi-Kopi-Nusantara> (Di akses tanggal 12 Oktober 2017).

- Hulupi, R. dan Mulyadi. 2007. Sebaran Populasi Nematoda *Radopholus similis* dan *Pratylenchus coffeae* Pada Lahan Perkebunan Kopi. *Pelita Perkebunan*. 23 (3): 176-182.
- Islamiah, D.N., Rahmawati, dan R. Linda. 2017. Jenis-jenis Bakteri Rizosfer Kawasan Tanah Mangrove *Avicennia* di Kelurahan Terusan, Kecamatan Mempawah Hilir, Kalimantan Barat. *Jurnal Protobiont*. Vol. 6 (3): 165-172.
- ITIS. 2018. *Acinetobacter* sp. [Online]. <http://www.itis.gov/> (Di akses tanggal 16 Mei 2018).
- ITIS. 2018. *Bacillus* sp. [Online]. <http://www.itis.gov/> (Di akses tanggal 16 Mei 2018).
- ITIS. 2018. *Coffea canephora*. [Online]. <http://www.itis.gov/> (Di akses tanggal 8 Januari 2018).
- ITIS. 2018. *Micrococcus* sp. [Online]. <http://www.itis.gov/> (Di akses tanggal 16 Mei 2018).
- ITIS. 2018. *Pratylenchus coffeae*. [Online]. <http://www.itis.gov/> (Di akses tanggal 8 Januari 2018).
- ITIS. 2018. *Pseudomonas* sp. [Online]. <http://www.itis.gov/> (Di akses tanggal 16 Mei 2018).
- Jawetz, E. 1996. *Mikrobiologi Klinik*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Jutono. 1980. *Pedoman Praktikum Mikrobiologi Umum (Untuk Perguruan Tinggi)*. Yogyakarta: Departemen Mikrobiologi Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada.
- Kelly, R.L. 2005. *The Rhizosphere*. [Online]. https://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0004/42259/Rhizosphere.pdf (Di akses tanggal 20 Januari 2018).
- Kemendikbud. 2015. *Ayo Daftarkan Buku Nonteks untuk di Nilai*. [Online]. <https://www.kemendikbud.go.id/main/blog/2015/07/ayo-daftarkan-buku-nonteks-untuk-dinilai-4422> (Di akses tanggal 14 September 2017).
- Kismiati, S.S. 2009. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Gram Negatif Pada Luka Ikan Mas koki (*Carassius auratus*) Akibat Infestasi Ektoparasit *Argulus* sp. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. Vol. 1 (2): 129-134.

- Kusmiati, A. dan R. Windiarti. 2011. Analisa Wilayah Komoditas Kopi di Indonesia. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 5, 47-58.
- Lay, B.W. 1994. *Analisis Mikroba di Laboratorium*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Lynch, J.M. 1990. Introduction: Some consequences of microbial rhizosphere competence for plant and soil. In: Lynch JM, editors. *The Rhizosphere*. New York: John Willey & Sons. P 1-10.
- Mustika. 2010. Konsepsi dan Strategi Pengendalian Nematoda Parasit Tanaman Di Indonesia. *Jurnal Pengembangan Inovasi Pertanian* 3 (2), 2010: 81-101.
- Nadiah, A. 2013. *Dua Nematoda Destroyer Akar Kopi*. [Online]. <http://ditjenbun.pertanian.go.id/bbpptsurabaya/tinynepek/gambar/file/dua%20nematoda%20parasit%20akar%20kopi.pdf> (Di akses tanggal 16 November 2017).
- Najiyati dan Danarti. 2001. *Kopi Budidaya dan Penanganan Lepas Panen*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Nawangsih, A.A. 2014. Kelimpahan bakteri rizosfer pada sistem PHT-Biointensif Serta Kemampuan Antagonismenya Terhadap *Sclerotium Rolfsii* Pada Kedelai. *Jurnal HPT Tropika*. Vol. 14 (2): 110-120.
- Nugroharini. 2012. *Nematoda Parasit Tanaman*. Surabaya: UPN Press.
- Nurchayanti, S.D., T. Arwiyanto, D. Indradewa, dan J. Widada. 2013. Isolasi dan Seleksi *Pseudomonas fluorescens* pada Rizosfer Penyambungan Tomat. *Berkala Ilmiah Pertanian*. Vol 1(1): 15-18.
- Octaviani, L. 2015. *Rhizosfer*. [Online]. <https://id.scribd.com/doc/260902843/Rhizosfer> (Di akses tanggal 5 Oktober 2017).
- Perdana, W.A. 2014. Kopi Robusta, Mengenal Jenis dan Karakteristiknya. [online]. <https://alamtani.com/kopi-robusta/> (Di akses pada tanggal 2 Januari 2018).
- Pertiwi, D.A.A. 2014. *Apakah PGPR Itu*. [Online] http://distan.jogjaprovo.go.id/index.php?option=com_content&view=article&id=8385:apakah-pgpr-itu-&catid=41:artikel&Itemid=514 (Di akses pada tanggal 6 Oktober 2017).
- Prayudyaningsih, R., Nursyamsi, dan R. Sari. 2015. Mikroorganisme Tanah Bermanfaat pada Rhizosfer Tanaman Umbi di Bawah Tegakan Hutan Rakyat Sulawesi Selatan. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*. Vol. 1(4): 954-959.

- Rahardjo, P. 2012. *Paduan Budi Daya Kopi dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Rao, M.B. 1998. Molecular and Biotechnological Aspects of Microbial Proteases. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 62: 597-635.
- Rao, N.S.S. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Jakarta: UI Press.
- Risnandar, C. 2016. *Kopi Robusta*. [Online]. <https://ensiklopedia.id/kopirobusta/> (Di akses tanggal 8 Agustus 2017).
- Rukmana, H.R. 2014. *Untung Selangit dari Agribisnis Kopi*. Yogyakarta: Lily Publisher.
- Said, M.I., dan Likadja, J.C. 2012. Isolasi dan Identifikasi Bakteri yang Berpotensi Sebagai Penghasil Enzim Protease Pada Industri Penyamakan Kulit PT. Adi Satria Abadi (ASA), Yogyakarta. *Makalah Ilmiah*. Fakultas Peternakan, Universitas Hasauddin. Makasar.
- Santosa, I.B. 2017. *PHT Dalam Mengendalikan Nematoda Luka Akar Kopi*. [Online] <http://pertanian.jombangkab.go.id/berita-dinas/tips-inova/476-nematoda-luka-akar-kopi> (Di akses tanggal 27 Desember 2017).
- Saputra, Y. 2017. *Gejala Serangan Nematoda Parasit Pada Tanaman Kopi*. Jember: Universitas Jember Press.
- Sari, M. 2014. Pengaruh Kombinasi Pakan Tepung Darah Ayam (*Gallus gallus domestica*) dan Tepung Kulit Pisang (*Musa Paradisiaca* L.) Terhadap Pertumbuhan Populasi *Daphnia* sp. dan Pemanfaatannya sebagai Buku Suplemen (Sekolah Menengah Kejuruan Kelas X Semester Genap). *Skripsi*. Jember: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember.
- Solichatun, K. Khalimi, dan I.M. Sudarma. 2013. Isolasi dan Identifikasi Rizobakteri dari Rizosfer Kacang Tanah dan Uji Efektifitasnya dalam Mengendalikan Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Tomat. *E-Jurnal Agroteknologi Tropika*. Vol.2. No. 4: 260-270.
- Sukmadi, R.B. 2013. Aktivitas Fitohormon Indole-3-Acetic Acid (IAA) Dari Beberapa Isolat Bakteri Rizosfer dan Endofit. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. Vol.14 (3): 221-227.
- Sutariati, G.A.K. 2006. Pengaruh Perlakuan Rizo-bakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman terhadap Viabilitas Benih Serta Pertumbuhan Bibit Tanaman Cabai. *Buletin Agronomi*. Vol. 34 (1): 46-54.

- Sutariati, G.A.K. Widodo, Sudarsono, dan S. Ilyas. 2014. Kajian Potensi Rizobakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman yang Diisolasi dari Rizosfer Padi Sehat. *Jurnal Agrotekno*. Vol. 4 (2): 71-77.
- Triyanti, D.R. 2016. *Outlook Kopi*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.
- Wardhika, C.M., Suryanti dan T. Joko. 2014. Eksplorasi Bakteri yang Berpotensi Sebagai Agen Pengendali Hayati *Fusarium solani* dan *Meloidogyne incognita* Pada Lada. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. Vol. 1 (18). No 2: 89-94.
- Wati, D.S., dan Rukmanasari D.P. 2011. *Pembuatan Biogas dari Limbah Cair Industri Bioetanol Melalui Proses Anaerob (Fermentasi)*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Widawati, S. 2015. Isolasi dan Aktivitas *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (*Rhizobium*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Pseudomonas*) Dari Tanah Perkebunan Karet, Lampung. *Berita Biologi*. Vol. 14 (1): 77-88.
- Widawati, S. 2015. Isolasi dan Uji Efektivitas *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* di Lahan Marginal Pada Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merr.) var Wilis. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*. Vol. 1. No. 1: 59-65.
- Widyaningrum, E., Aprilya, S., Iqbal, M. 2015. Pengembangan Produk Penelitian Berupa Buku Nonteks sebagai Buku Pengayaan Pengetahuan. *Artikel Ilmiah Mahasiswa* 1(1): 1-5.
- Wijayanti, K.S., B.T. Rahardjo, dan T. Himawan. 2017. Pengaruh Rizobakteri dalam Meningkatkan Kandungan Asam Salisilat dan Total Fenol Tanaman Terhadap Penekanan Nematoda Puru Akar. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*. Vol. 9(2). No. 53-62.
- Yasland, M. 2017. *Lampung Promosikan Kopi Robusta Ke Dunia*. [Online] <http://nasional.republika.co.id/berita/nasional/daerah/17/10/01/ox510438-lampung-promosikan-kopi-robusta-ke-dunia> (Di akses tanggal 27 Desember 2017).
- Yuniati, R., T.T. Nugroho, dan F. Puspita. 2015. Uji Aktivitas Enzim Protease Dari Isolat *Bacillus* sp. Galur Lokal Riau. *JOM FMIPA*. Volume 1 (2): 116-122.
- Yusmarini, I., R. Utami dan Marsono, Y. 2009. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat Proteolitik dari Susu Kedelai yang Terfermentasi Spontan. *Jurnal Natur Indonesia*, 12.1.

Lampiran A.

MATRIKS

Judul	Latar Belakang	Rumusan Masalah	Sumber Data	Metode Penelitian
<p>Isolasi, Identifikasi dan Uji Aktivitas Proteolitik Rizobakteri Dari Tanaman Kopi Robusta (<i>Coffea canephora</i>) Yang Terserang Nematoda Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Nonteks</p>	<p>Indonesia memiliki 2 jenis kopi yang umum diperdagangkan, yaitu kopi arabika dan kopi robusta (Hartono, 2013). Mayoritas kopi produksi Indonesia yaitu jenis kopi robusta. (Eleonora, 2016).</p> <p>Adanya peningkatan produksi kopi dengan skala yang semakin besar menyebabkan terjadinya perubahan dalam ekosistem tanah, dan hal tersebut menjadi sangat menguntungkan bagi perkembangan populasi hama dan penyakit pada kopi. Salah satu hama yang menyerang tanaman kopi adalah nematoda. Nematoda parasit pada kopi yang sering dijumpai adalah dari genus <i>Pratylenchus</i>, yaitu <i>Pratylenchus coffeae</i> (Santosa, 2017).</p> <p><i>Pratylenchus coffeae</i> merupakan nematoda endoparasitik yang berpindah, dan mempunyai kisaran inang yang luas (Dropkin, 1996: 129-130). Populasi dari nematoda parasit ini dapat meningkat ataupun menurun karena dipengaruhi oleh faktor lingkungan hidup yang meliputi adanya mikroorganisme yang menguntungkan di lingkungan. Kelimpahan bakteri menguntungkan tersebut terutama pada lingkungan rizosfer (Nawangsih dkk., 2014).</p> <p>Rizosfer adalah tanah disekitar akar tanaman yang secara langsung dipengaruhi oleh mikroba tanah dan</p>	<p>a. Apa sajakah spesies/genus rizobakteri yang berhasil diisolasi dari lahan kopi robusta yang terserang nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i>?</p> <p>b. Manakah spesies/genus rizobakteri yang berpotensi sebagai agen pengendali hayati yang berhasil diisolasi dari lahan kopi robusta yang terserang nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i>?</p> <p>c. Apakah buku non teks mengenai “Isolasi dan Identifikasi Rizobakteri dari Tanaman Kopi Robusta (<i>Coffea canephora</i>) yang Terserang Nematoda” tervalidasi sebagai media informasi?</p>	<p>a. Data primer: Berdasarkan hasil isolasi dan identifikasi rizobakteri dari tanaman kopi robusta</p> <p>b. Data sekunder: Diperoleh dari internet, jurnal dan buku sebagai pendukung informasi yang dibutuhkan.</p>	<p>Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif eksploratif</p>

	<p>eksudasi perakaran tanaman. Penyediaan nutrisi pada tanaman sangat dipengaruhi oleh komposisi mikroba di daerah rizosfer (Sukmadi, 2013).</p> <p>Mikroba yang hidup pada daerah rizosfer biasanya digunakan sebagai agen pengendalian hayati. Keberadaan mikroba antagonis pada daerah rizosfer dapat menghambat persebaran dan infeksi akar oleh patogen, keadaan ini disebut hambatan alamiah mikroba. Mikroba antagonis sangat potensial dikembangkan sebagai agen pengendalian hayati. Selain sebagai agen antagonis, mikroba tanah juga dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman dengan memproduksi senyawa-senyawa stimulat pertumbuhan seperti auksin dan fitohormon (Waksman, 1952).</p> <p>Buku non teks merupakan buku pengayaan pengetahuan yang dapat digunakan oleh masyarakat umum, karena memiliki bentuk yang sederhana dan praktis serta berisi informasi yang mudah dimengerti oleh masyarakat dan dapat menambah wawasan bagi para pembacanya (Widyaningrum dkk, 2015). Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian mengenai spesies/genus rizobakteri yang berasal dari rizosfer tanaman kopi robusta yang terserang nematoda <i>P. coffeae</i> yang berjudul “Isolasi dan Identifikasi Rizobakteri dari Tanaman Kopi Robusta (<i>Coffea canephora</i>) yang Terserang Nematoda Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Nonteks”.</p>			
--	--	--	--	--

Lampiran B.

ANGKET ANALISIS KEBUTUHAN BUKU NONTEKS
“BAKTERI RIZOSFER PADA TANAMAN KOPI ARABIKA (*Coffea arabica*) DAN
KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*) YANG TERINFEKSI NEMATODA”

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 : Miftahur Rizal
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Alamat : Jln. Jember Banyuwangi, Sampel, Jember
 Pekerjaan : Mahasiswa
 Pendidikan Terakhir : SMA

1. Apakah Bapak/Ibu/Saudara/i mengenal tanaman kopi?
 Ya Tidak
2. Apakah Bapak/Ibu/Saudara/i mengetahui perbedaan ciri antara kopi arabika dan robusta?
 Ya Tidak
3. Pernahkah Bapak/Ibu/Saudara/i melihat tanaman kopi/kebun kopi yang rusak akibat terkena hama/penyakit?
 Ya Tidak
4. Bagaimanakah ciri-ciri tanaman kopi yang rusak?
 Bercak Daun Layu Kerdil

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

keripik daun
Daun kuning
Gampang rontok

5. Apakah Bapak/Ibu/Saudara/i mengetahui yang dimaksud dengan nematoda?
Ya Tidak
6. Apakah Bapak/Ibu/Saudara/i mengetahui yang dimaksud dengan rizosfer?
Ya Tidak
7. Apakah Bapak/Ibu/Saudara/i mengetahui jenis bakteri yang terdapat pada rizosfer tanaman kopi arabika dan robusta?
Ya Tidak
8. Apakah Bapak/Ibu/Saudara/i mengetahui jenis bakteri rizosfer yang berpotensi sebagai agen hayati?
Ya Tidak
9. Apakah Bapak/Ibu/Saudara/i setuju bila akan disusun buku nonteks yang berisi informasi mengenai jenis bakteri rizosfer pada tanaman kopi arabika dan robusta dan jenis bakteri yang berpotensi sebagai agen hayati pada tanaman kopi arabika dan kopi robusta yang terinfeksi nematoda?
Ya Tidak
10. Tuliskan saran atau masukan Bapak/Ibu/Saudara/i tentang buku yang Bapak/Ibu/Saudara/i inginkan dan seharusnya disusun untuk memberikan informasi kepada masyarakat umum mengenai bakteri rizosfer dan jenis bakteri yang berpotensi sebagai agen pengendali hayati pada tanaman kopi arabika dan robusta yang terinfeksi nematoda!

Menggunakan kalimat yg mudah untuk dipahami
Diseritakan gambar-gambar pendukung
full colour

Jember, 9 Januari 2018

Rizal
(Muhammad Rizal)

Lampiran C.1

**LEMBAR VALIDASI PRODUK BUKU NONTEKS
OLEH AHLI MEDIA DAN PENGEMBANGAN**

I. Petunjuk Umum

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 nonteks yang telah disusun.

II. Identitas Validator (Untuk Ahli Media dan Pengembangan)

Nama : Ika Lia N., S.Pd., M.Pd
 Alamat : Puri Bunga Nirwana, Jemberan B-16
 No.Telp./Handphone :
 Jenis Kelamin :
 Usia :
 Pekerjaan :

III. Keterangan Skor Penilaian

NO	SKOR	KRITERIA	RUBRIK PENILAIAN
1.	4	Sangat Valid/Sangat Baik	Jika masing-masing item pada unsur yang dinilai sangat sesuai dan tidak ada kekurangan dengan produk buku.
2.	3	Valid/Baik	Jika masing-masing item pada unsur yang dinilai sesuai, meski ada sedikit kekurangan dengan produk buku.
3.	2	Kurang Valid/Cukup	Jika masing-masing item pada unsur yang dinilai kurang sesuai dan ada sedikit kekurangan dan atau banyak dengan produk buku.
4.	1	Tidak Valid/Kurang	Jika masing-masing item pada unsur yang dinilai tidak sesuai dan ada kekurangan dengan produk buku.

III. Instrumen Penilaian

A. KOMPONEN KELAYAKAN ISI

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
A. Artistik dan Estetika	1. Komposisi buku sesuai dengan tujuan penyusunan			√	
	2. Penggunaan teks dan grafis				√

	proporsional				
	3. Kemenarikan <i>lay out</i> dan tata letak			✓	✓
	4. Pemilihan warna yang menarik				✓
	5. Tata letak unsur grafika estetis, dinamis, dan menarik serta menggunakan ilustrasi yang memperjelas pemahaman materi/isi buku				✓
B. Fungsi keseluruhan	6. Produk membantu mengembangkan pengetahuan pembaca			✓	
	7. Produk bersifat informatif				✓
	8. Secara keseluruhan produk buku menumbuhkan rasa ingin tahu pembaca			✓	

II. KOMPONEN PENGEMBANGAN

A. Teknik Penyajian	9. Konsistensi sistematika sajian dalam bab		✓		
	10. Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep				✓
	11. Koherensi substansi antar bab			✓	
	12. Keseimbangan substansi antar bab			✓	
B. Pendukung Penyajian Materi	13. Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi				✓
	14. Kesesuaian gambar dan keterangan				✓
	15. Adanya rujukan/sumber acuan				✓
C. Kelayakan Kebahasaan	16. Ketepatan struktur kalimat				✓
	17. Kefektifan kalimat			✓	
	18. Kebakuan istilah			✓	
	19. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan intelektual			✓	
	20. Pemahaman terhadap pesan atau informasi			✓	
JUMLAH SKOR KESELURUHAN					

Kelayakan produk buku nonteks sebagai buku bacaan masyarakat diketahui dengan mengkonversikan skor kedalam bentuk prosentase sebagai berikut.

$$\text{Prosentase skor (P)} : \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

$$\text{Prosentase Skor} = \frac{68}{80} \times 100\% = 85\%$$

Prosentase pencapaian	Interpretasi	Makna
76 - 100 %	Layak	Sangat valid , produk layak digunakan dan tidak perlu perbaikan
56 - 75 %	Cukup layak	Cukup valid, produk layak digunakan tetap perlu sedikit perbaikan
40 - 55 %	Kurang layak	Kurang valid, produk belum layak digunakan dan perlu perbaikan
0 - 39 %	Tidak layak	Tidak valid, produk tidak layak digunakan dan perlu kajian ulang

(Sumber: Arikunto, 2000)

Saran dan komentar perbaikan Produk Buku Nonteks:

- Cover depan sebaiknya lay out nya dibedakan dgn cover belakang. Silahkan tambahkan lagi lay out cover depan.
- Gambar di halaman 4 silahkan ditambahkan keterangan A, B, C agar lebih jelas.
- Footer → Miran Rizobakteri sebaiknya font dibedakan dengan Miran utama, dan mungkin bisa di cetak miring
- Hal 14, ket. gambar 6, mungkin perlu ditambah di pada medium apa ??
- Tidak ada keterangan gambar berapa pada gambar (gambar mulai halaman 23 - 29)

Kesimpulan: • untuk gambar mikroskopis, tambahkan perbesaran berapa.

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, 22 Mei 2018

Validator Media

Wca Lia N., S.Pd., M.Pd

Lampiran C.2

**LEMBAR VALIDASI PRODUK BUKU NONTEKS
OLEH AHLI MATERI**

I. Petunjuk Umum

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 nonteks yang telah disusun.

II. Identitas Validator (Untuk Ahli Materi)

Nama : Mochammad Saqbal M.Pd.
 Alamat : perumahan Citrayaya Land II blok C-108
 No.Telp./Handphone : 082329644449
 Jenis Kelamin : laki-laki
 Usia : 30 Tahun
 Pekerjaan : Dosen

III. Keterangan Skor Penilaian

NO	SKOR	KRITERIA	RUBRIK PENILAIAN
1.	4	Sangat Valid/Sangat Baik	Jika masing-masing item pada unsur yang dinilai sangat sesuai dan tidak ada kekurangan dengan produk buku.
2.	3	Valid/Baik	Jika masing-masing item pada unsur yang dinilai sesuai, meski ada sedikit kekurangan dengan produk buku.
3.	2	Kurang Valid/Cukup	Jika masing-masing item pada unsur yang dinilai kurang sesuai dan ada sedikit kekurangan dan atau banyak dengan produk buku.
4.	1	Tidak Valid/Kurang	Jika masing-masing item pada unsur yang dinilai tidak sesuai dan ada kekurangan dengan produk buku.

IV. Instrumen Penilaian**A. Komponen Kelayakan Isi**

Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	1. Kejelasan tujuan penyusunan buku		✓		
	2. Keluesan materi sesuai dengan tujuan penyusunan buku			✓	

A. Cakupan Materi	3. Kedalaman materi sesuai dengan tujuan penyusunan buku				✓
	4. Kejelasan materi			✓	
	5. Kesesuaian gambar dengan keterangan		✓		
B. Akurasi Materi	6. Akurasi fakta dan data				✓
	7. Akurasi konsep/teori				✓
	8. Akurasi gambar atau ilustrasi		✓		
C. Kemutakhiran Materi	9. Kesesuaian dengan perkembangan terbaru ilmu pengetahuan saat ini				✓

B. Komponen Kelayakan Penyajian

A. Teknik Penyajian	10. Konsistensi sistematika sajian				✓
	11. Kelogisan penyajian dan kerurutan konsep				✓
	12. Penyajian materi dilakukan secara runtun, bersistem, lugas, serta mudah digunakan dan dipahami			✓	
B. Pendukung Penyajian Materi	13. Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi		✓		
	14. Pembangkit motivasi pembaca			✓	
	15. Ketepatan pengetikan dan pemilihan gambar			✓	
JUMLAH SKOR KESELURUHAN		47			

Kelayakan produk buku nonteks sebagai buku bacaan masyarakat diketahui dengan mengkonversikan skor kedalam bentuk prosentase sebagai berikut.

$$\text{Prosentase skor (P)} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

$$\text{Prosentase Skor} = \frac{47}{60} \times 100\% = 78,33\%$$

Prosentase pencapaian	Interpretasi	Makna
76 - 100 %	Layak	Sangat valid , produk layak digunakan dan tidak perlu perbaikan
56 - 75 %	Cukup layak	Cukup valid, produk layak digunakan tetap perlu sedikit perbaikan

40 - 55 %	Kurang layak	Kurang valid, produk belum layak digunakan dan perlu perbaikan
0 - 39 %	Tidak layak	Tidak valid, produk tidak layak digunakan dan perlu kajian ulang

(Sumber: Arikunto, 2000)

Saran dan komentar perbaikan Produk Buku Nonteks:

- Perlu dipertahankan tujuan penyusunan buku
- Beberapa konsep perlu ditinjau ulang (cek catatan di bawah).
- Beberapa gambar terpotong dan hilang, sehingga substansi gambar menjadi hilang.
- Secara umum buku sudah disusun dengan baik dan telah memenuhi kriteria akademik ..

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, 18 Mei 2018

Validator Materi



Mochammad Iqbal, M.Pd.

Lampiran C.3

**LEMBAR VALIDASI PRODUK BUKU NONTEKS OLEH MASYARAKAT
PENGGUNA****I. Identitas Pribadi**

Nama : Siti Rosida
NIM : 140210103019
Jurusan/Program Studi : FKIP Pendidikan MIPA/FKIP Pendidikan Biologi
Universitas Jember

II. Pengantar

Dalam rangka menyelesaikan tugas akhir Pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember, Peneliti melaksanakan suatu penelitian dengan produk akhir berupa Buku Nonteks. Judul Penelitian yang dilakukan adalah **“Isolasi dan Identifikasi Rizobakteri Dari Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Yang Terserang Nematoda Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Nonteks”**.

Untuk mencapai tujuan tersebut, peneliti dengan hormat meminta kesediaan Bapak/Ibu untuk membantu dalam menilai produk Buku Nonteks dengan melakukan pengisian lembar uji validasi yang peneliti ajukan sesuai dengan keadaan sebenarnya. Kerahasiaan jawaban serta identitas Bapak/Ibu pengisi lembar validasi ini akan dijamin oleh kode etik dalam penelitian. Penulis menyampaikan banyak terima kasih atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar validasi uji produk Buku Nonteks yang sudah di ajukan.

Hormat Saya,

Peneliti



Siti Rosida

NIM. 140210103019

III. Petunjuk Umum

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 nonteks yang telah disusun.

II. Identitas Validator (Untuk Pengguna)

Nama : Miftahur Rizal
 Alamat : Jln. Jember - Banyuwangi, Sempolan, Jember
 No. Telp./Handphone : 08988646154
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Usia : 23 tahun
 Pekerjaan : Mahasiswa

III. Keterangan Skor Penilaian

NO	SKOR	KRITERIA	RUBRIK PENILAIAN
1.	4	Sangat Valid/Sangat Baik	Jika masing-masing item pada unsur yang dinilai sangat sesuai dan tidak ada kekurangan dengan produk buku.
2.	3	Valid/Baik	Jika masing-masing item pada unsur yang dinilai sesuai, meski ada sedikit kekurangan dengan produk buku.
3.	2	Kurang Valid/Cukup	Jika masing-masing item pada unsur yang dinilai kurang sesuai dan ada sedikit kekurangan dan atau banyak dengan produk buku.
4.	1	Tidak Valid/Kurang	Jika masing-masing item pada unsur yang dinilai tidak sesuai dan ada kekurangan dengan produk buku.

IV. Instrumen Penilaian Buku Nonteks

No	URAIAN	SKOR			
A. KETENTUAN DASAR					
1.	Mencantumkan nama pengarang/penulis atau editor	1	2	3	4
B. CIRI BUKU NONTEKS					
2.	Berisi informasi yang akurat, berdasarkan fakta (tidak menekankan pada opini dan pandangan penulis)	1	2	3	4
3.	Berisi banyak gambar atau ilustrasi mengenai rizobakteri yang dibahas di dalam buku nonteks	1	2	3	4
4.	Mencantumkan deskripsi singkat mengenai rizobakteri yang sedang dibahas di dalam buku nonteks	1	2	3	4
C. KOMPONEN BUKU NONTEKS					
5.	Ada bagian awal (prakata/pengantar dan daftar isi)	1	2	3	4
6.	Ada bagian isi atau materi	1	2	3	4
7.	Ada bagian akhir (daftar pustaka, glosarium, lampiran, atau indeks sesuai dengan keperluan)	1	2	3	4
D. PENILAIAN BUKU NONTEKS					
8.	Materi/isi buku mengaitkan dengan kondisi aktual dan berhubungan dengan kegiatan sehari-hari	1	2	3	4
9.	Isi buku sesuai dengan perkembangan ilmu yang mutakhir, sahih, dan akurat	1	2	3	4
10.	Materi/isi menghindari masalah SARA, bias gender, serta pelanggaran HAM	1	2	3	4
11.	Penyajian materi/isi dilakukan secara runtun, bersistem, lugas dan mudah dipahami oleh masyarakat	1	2	3	4
12.	Penyajian materi/isi menumbuhkan motivasi untuk mengetahui lebih jauh	1	2	3	4

13.	Ilustrasi (gambar, foto, diagram atau tabel) yang digunakan sesuai dengan proporsional	1	2	3	4
14.	Istilah yang digunakan menggunakan bahasa ilmiah dan baku	1	2	3	4
15.	Bahasa (ejaan, kata, kalimat dan paragraf) digunakan dengan tepat, lugas, dan jelas sehingga mudah dipahami masyarakat awam	1	2	3	4
TOTAL SKOR					

V. Analisis Skor

Kelayakan produk buku nonteks sebagai buku bacaan masyarakat diketahui dengan mengkonversikan skor kedalam bentuk prosentase sebagai berikut.

$$\text{Prosentase kelayakan (\%)} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

Prosentase skor = $\frac{52}{60} \times 100\% = 86,67\%$

Prosentase pencapaian	Interpretasi	Makna
76 - 100 %	Layak	Sangat valid , produk layak digunakan dan tidak perlu perbaikan
56 - 75 %	Cukup layak	Cukup valid, produk layak digunakan tetap perlu sedikit perbaikan
40 - 55 %	Kurang layak	Kurang valid, produk belum layak digunakan dan perlu perbaikan
0 - 39 %	Tidak layak	Tidak valid, produk tidak layak digunakan dan perlu kajian ulang

(Arikunto, 2000).

Saran dan komentar perbaikan Produk Buku Nonteks:

Bahasa yg digunakan mudah untuk dipahami.
Mungkin lebih banyak lagi dicantumkan
gambar-gambar yg mendukung.

VI. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian diatas, apakah buku ini layak atau tidak layak untuk digunakan sebagai buku bacaan masyarakat (petani kopi)?

Layak

Tidak Layak

Jember, 21 Mei 2018

Validator

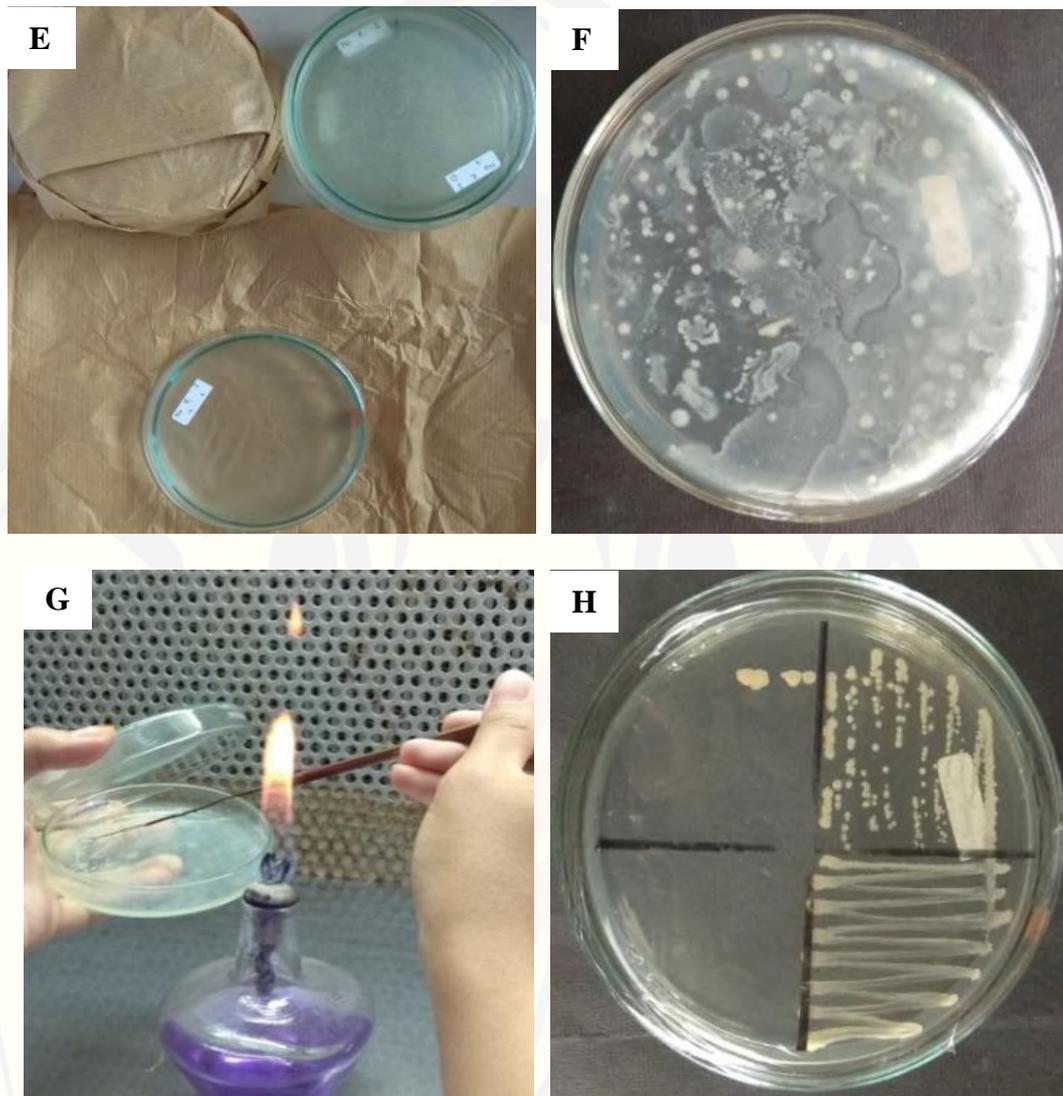
Rizal
Muftahur Rizal

Lampiran D. Isolasi Rizobakteri



Gambar 1: Proses Isolasi Rizobakteri

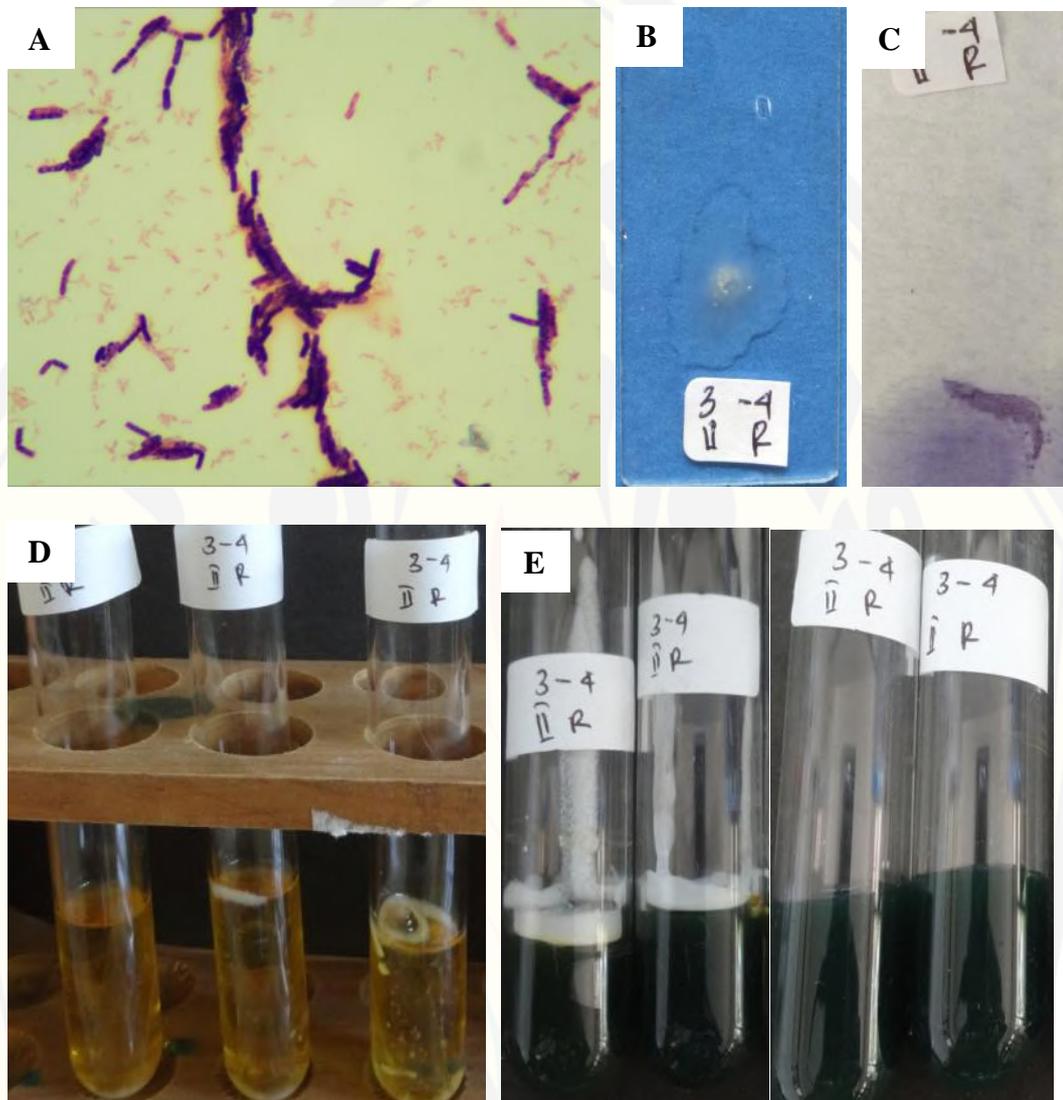
Keterangan gambar: (A) Pengambilan sampel tanah di lahan perkebunan kopi Kali Bendo, Kabupaten Banyuwangi, (B) Memisahkan tanah dengan akar lalu menimbang sebanyak 10 g, (C) Hasil tahap pengenceran hingga 10^{-5} , (D) Proses isolasi bakteri menggunakan teknik *spread plate*,



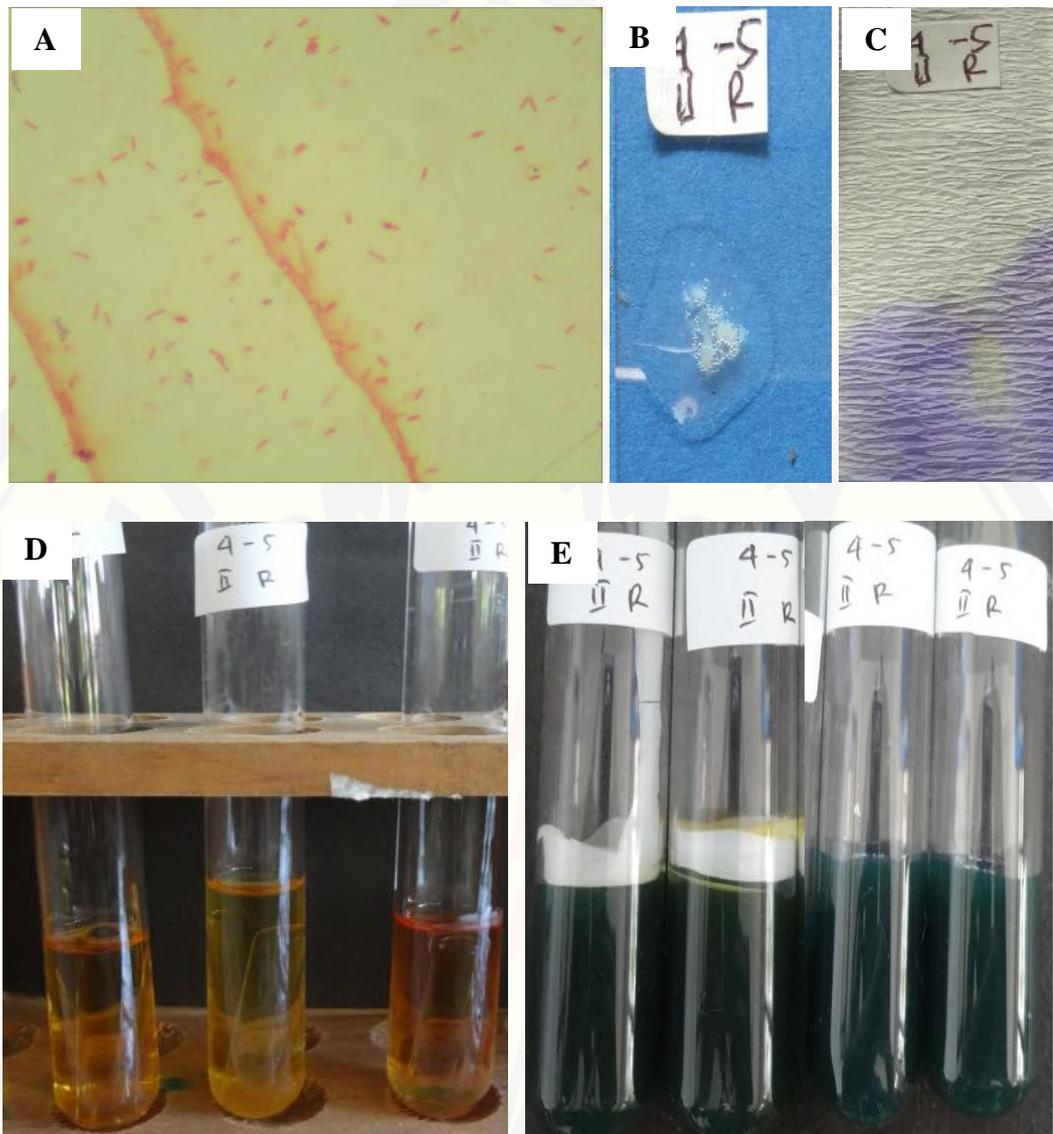
Gambar 2: Lanjutan Proses Isolasi Rizobakteri

Keterangan gambar: (E) Menginkubasi hasil isolasi selama 24 jam dengan membungkus menggunakan kertas kayu, (F) Koloni bakteri yang terbentuk setelah 24 jam, (G) Melakukan pemurnian terhadap masing-masing isolat bakteri yang tumbuh berbeda, dan (H) Isolat bakteri murni yang didapatkan.

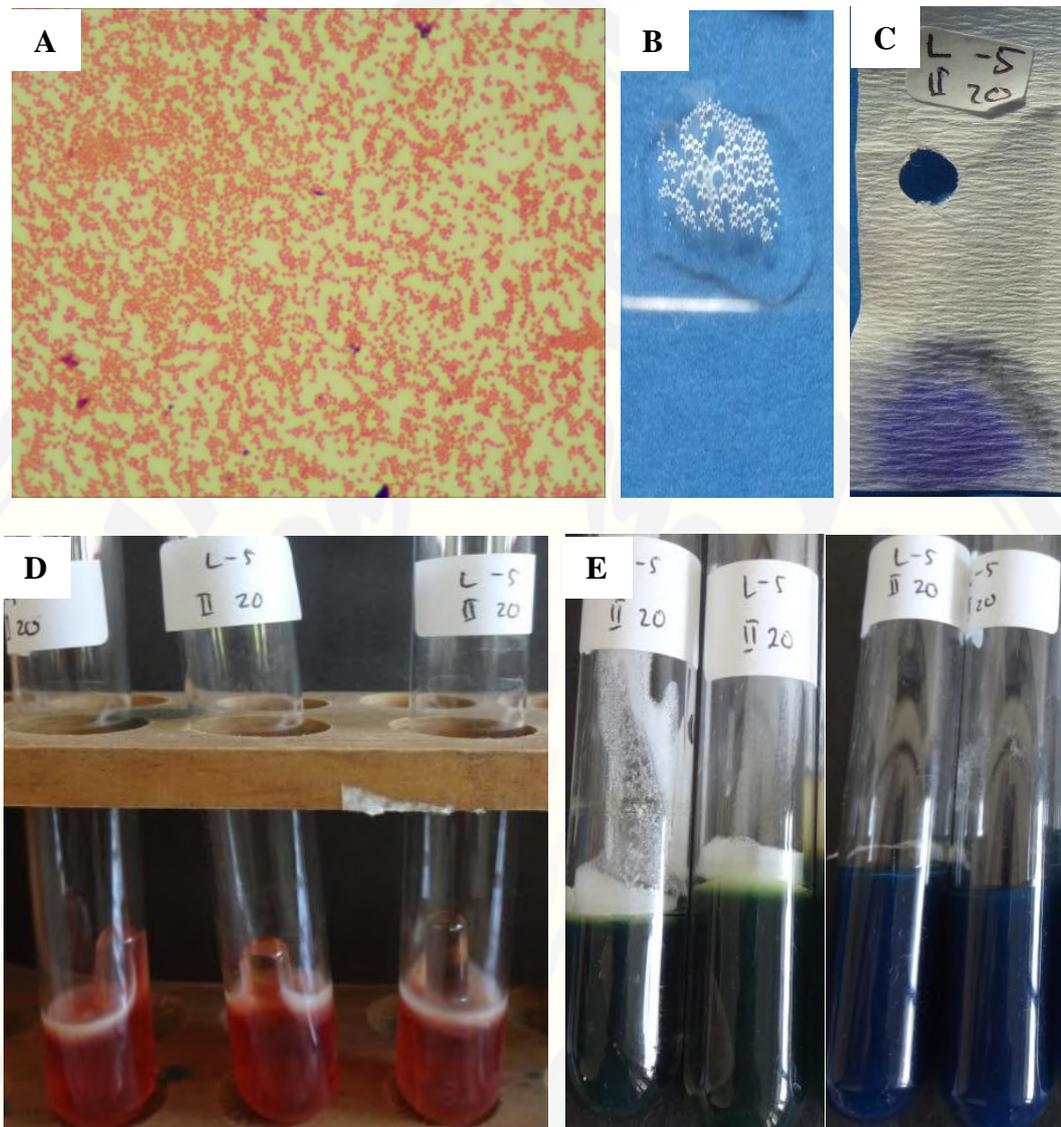
Lampiran E. Hasil Identifikasi Rizobakteri



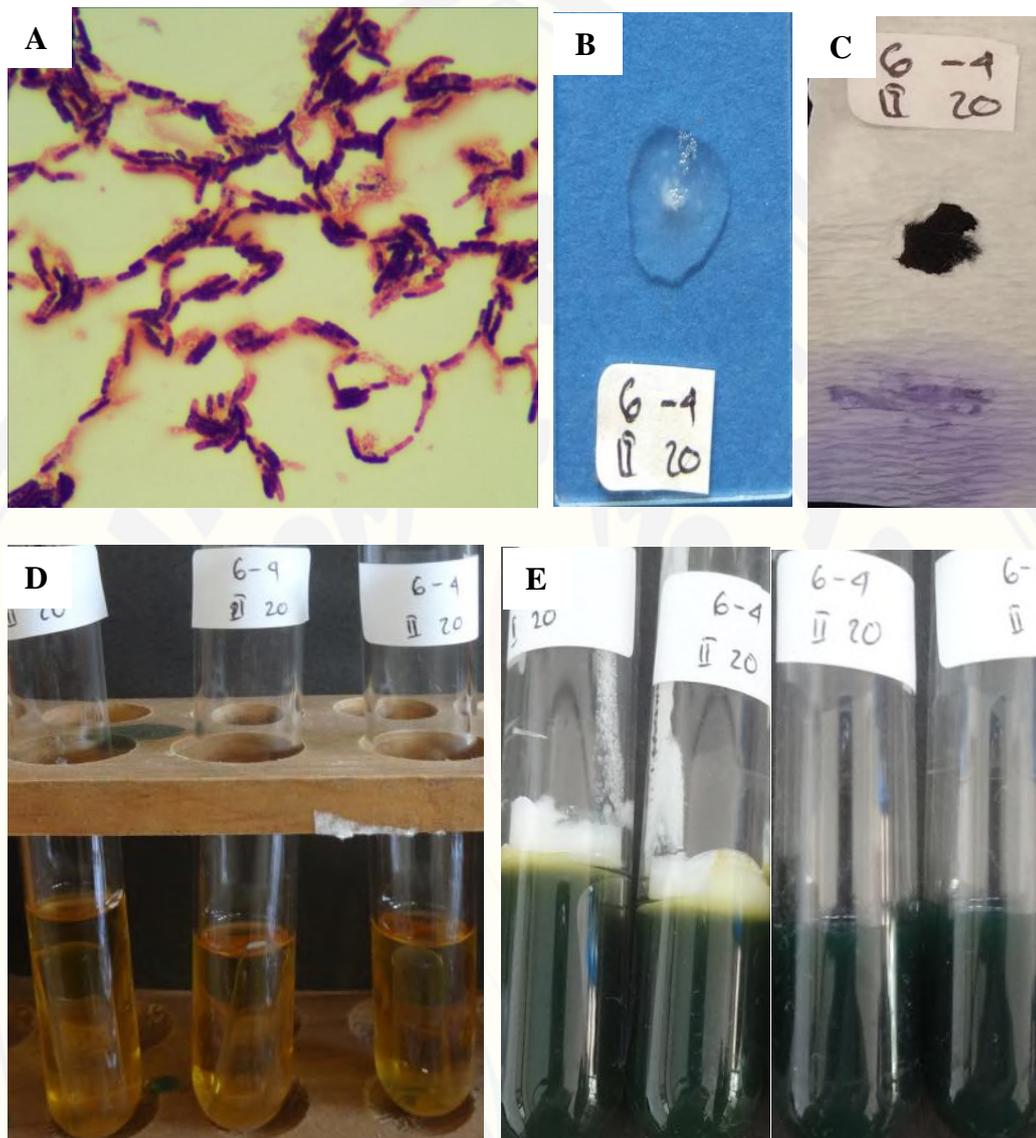
Gambar E.1: Hasil Identifikasi Rizobakteri Kode Isolat 3R (*Bacillus* sp.)
Keterangan: (A) uji pewarnaan gram dengan perbesaran 1000x, (B) uji katalase, (C) uji oksidase, (D) uji karbohidrat, dan (E) uji oksidatif-fermentatif.



Gambar E.2: Hasil Identifikasi Rizobakteri Kode Isolat 4R (*Acinetobacter* sp.)
Keterangan: (A) uji pewarnaan gram dengan perbesaran 1000x, (B) uji katalase, (C) uji oksidase, (D) uji karbohidrat, dan (E) uji oksidatif-fermentatif.

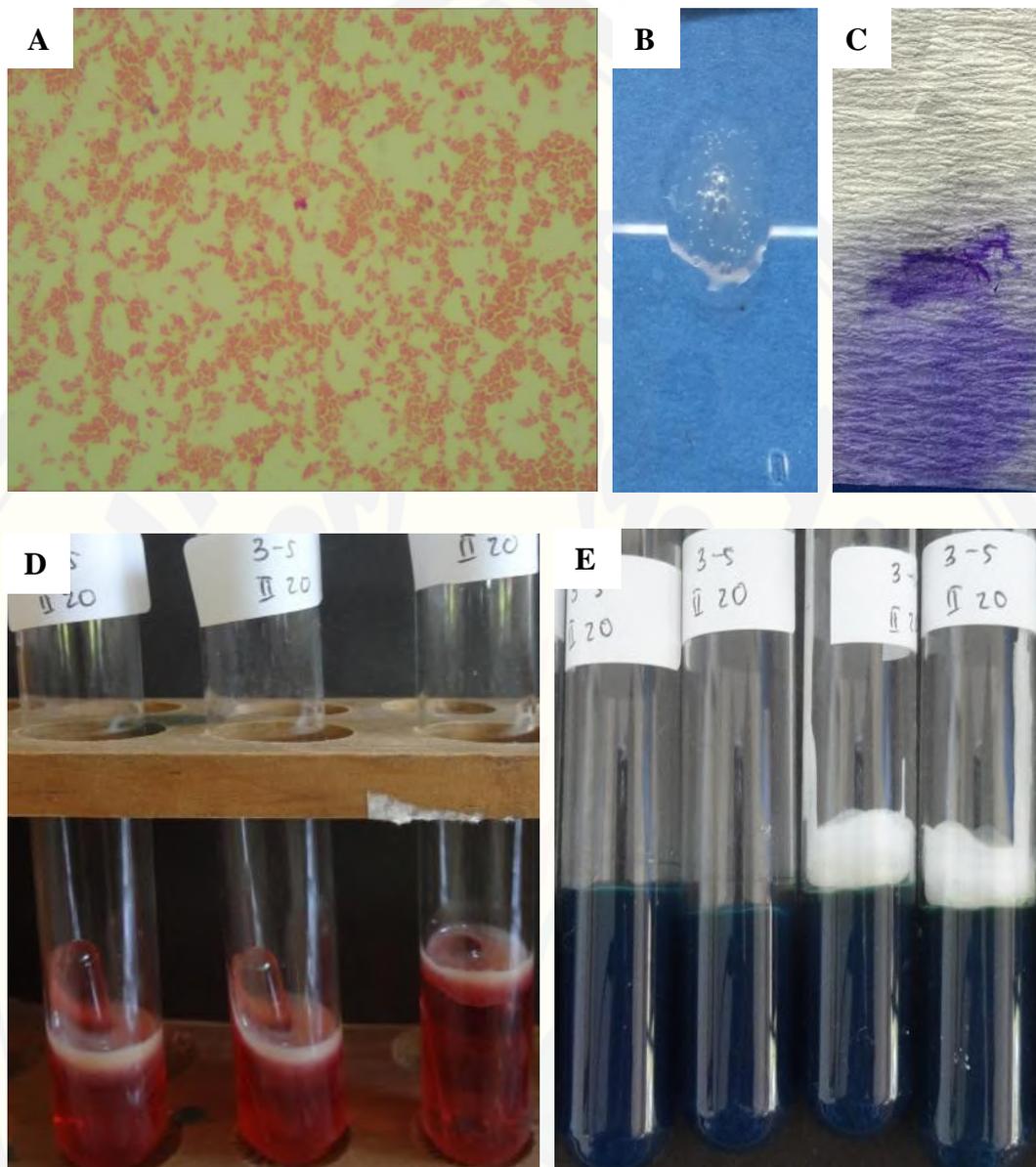


Gambar E.3: Hasil Isolat Rizobakteri Kode Isolat L 20 (*Micrococcus* sp.)
 Keterangan: (A) uji pewarnaan gram dengan perbesaran 1000x, (B) uji katalase, (C) uji oksidase, (D) uji karbohidrat, dan (E) uji oksidatif-fermentatif.

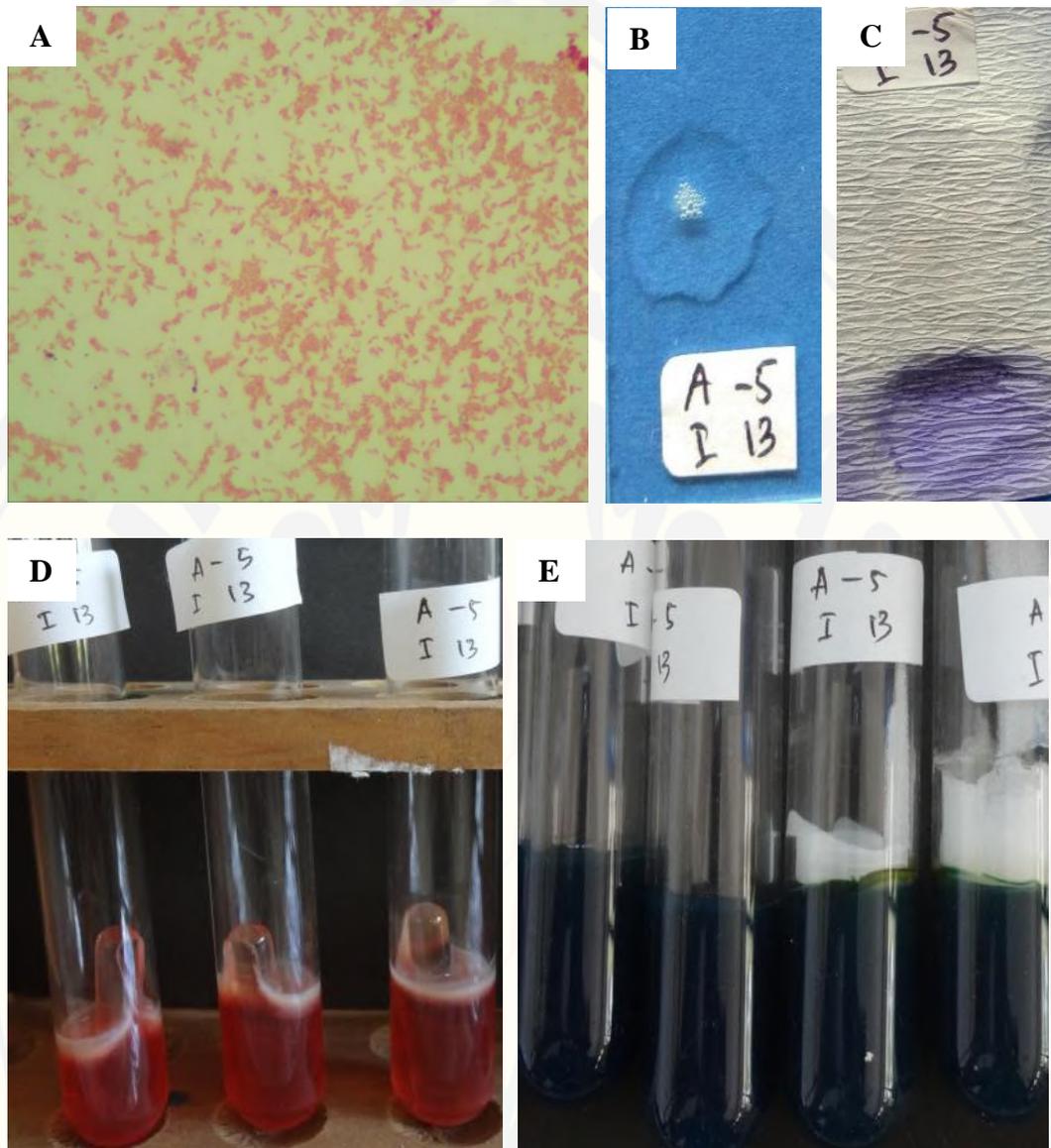


Gambar E.4: Hasil Isolat Rizobakteri Kode Isolat G 20 (*Bacillus* sp.)

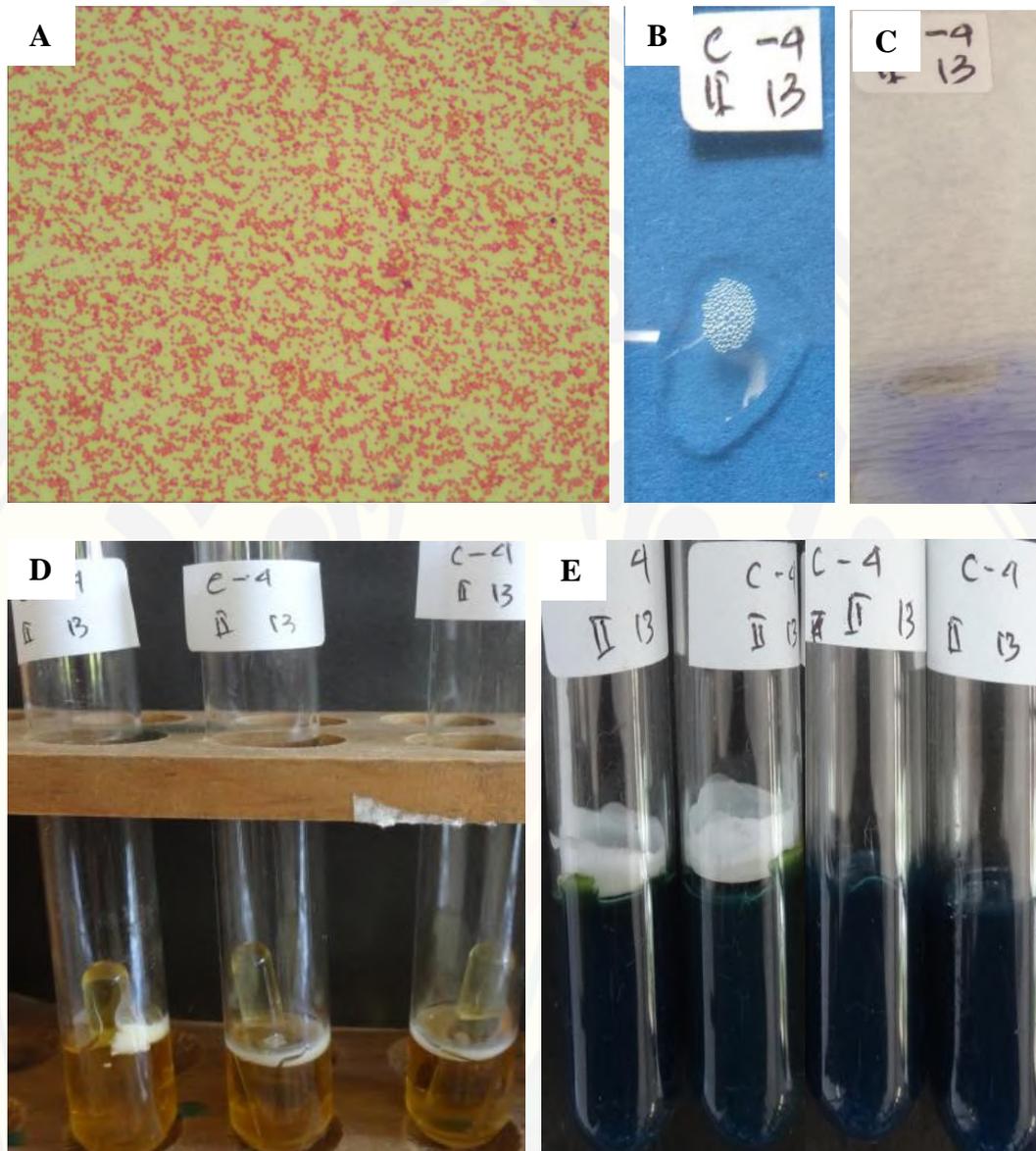
Keterangan: (A) uji pewarnaan gram dengan perbesaran 1000x, (B) uji katalase, (C) uji oksidase, (D) uji karbohidrat, dan (E) uji oksidatif-fermentatif.



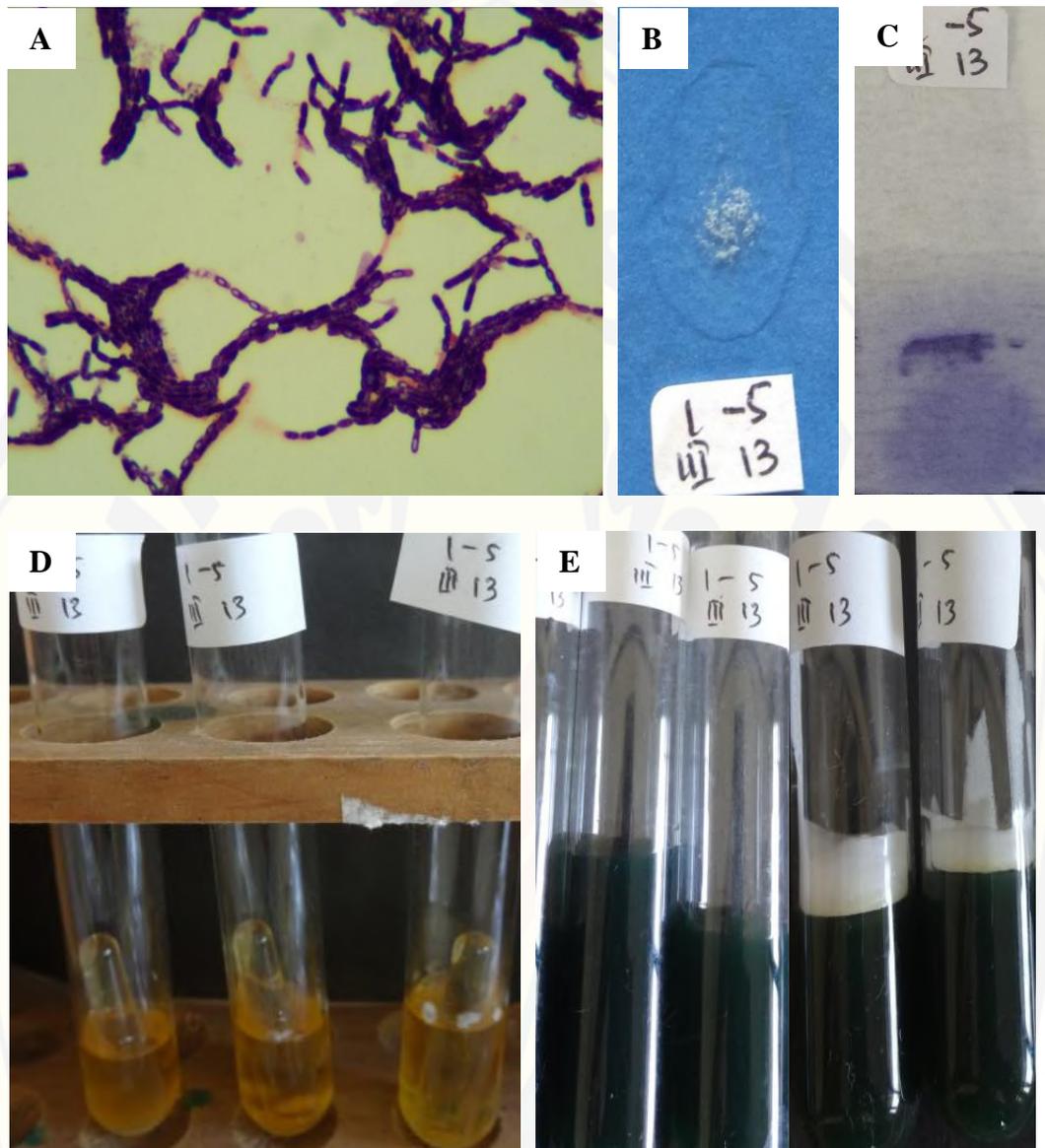
Gambar E.5: Hasil Identifikasi Rizobakteri Kode Isolat M 20 (*Pseudomonas* sp.)
Keterangan: (A) uji pewarnaan gram dengan perbesaran 1000x, (B) uji katalase, (C) uji oksidase, (D) uji karbohidrat, dan (E) uji oksidatif-fermentatif.



Gambar E.6: Hasil Identifikasi Rizobakteri Kode Isolat A 13 (*Pseudomonas* sp.)
Keterangan: (A) uji pewarnaan gram dengan perbesaran 1000x, (B) uji katalase, (C) uji oksidase, (D) uji karbohidrat, dan (E) uji oksidatif-fermentatif.



Gambar E.7: Hasil Identifikasi Rizobakteri Kode Isolat C 13 (*Acinetobacter* sp.)
Keterangan: (A) uji pewarnaan gram dengan perbesaran 1000x, (B) uji katalase, (C) uji oksidase, (D) uji karbohidrat, dan (E) uji oksidatif-fermentatif.



Gambar E.8: Hasil Identifikasi Rizobakteri Kode Isolat I 13 (*Bacillus* sp.)
Keterangan: (A) uji pewarnaan gram dengan perbesaran 1000x, (B) uji katalase, (C) uji oksidase, (D) uji karbohidrat, dan (E) uji oksidatif-fermentatif.

Lampiran F. Surat Ijin Penelitian



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 Fax: 0331-332475
 Laman: www.fkip.unej.ac.id

21 FEB 2018

Nomor : **1676**/UN25.1.5/LT/2018
 Lampiran : -
 Perihal : Permohonan Izin Penelitian

Yth. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
 Universitas Jember

Diberitahukan dengan hormat, bahwa mahasiswa FKIP Universitas Jember di bawah ini:

Nama : Siti Rosida
 NIM : 140210103019
 Jurusan : Pendidikan MIPA
 Program Studi : Pendidikan Biologi

Berkenaan dengan penyelesaian penelitian tugas akhir “Isolasi, Identifikasi dan Uji Aktivitas Proteolitik Rizobakteri dari Tanaman Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) dan Robusta (*Coffea canephora*) yang Terserang Nematoda Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Nonteks”.

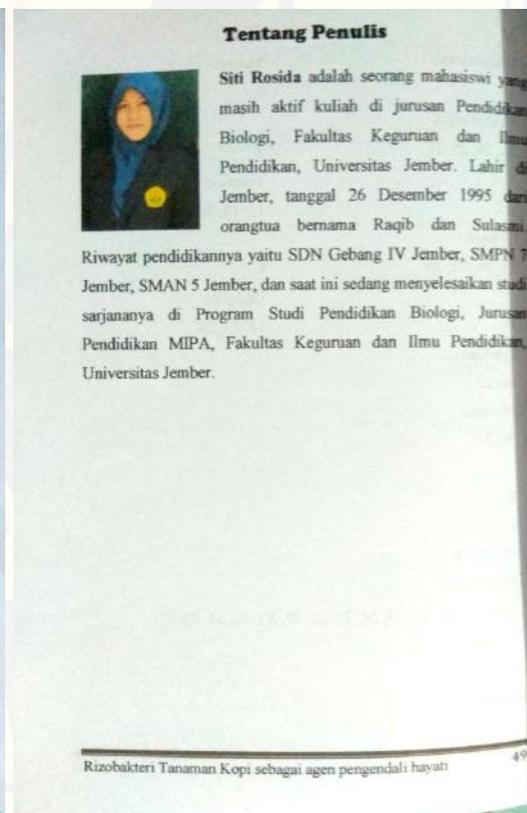
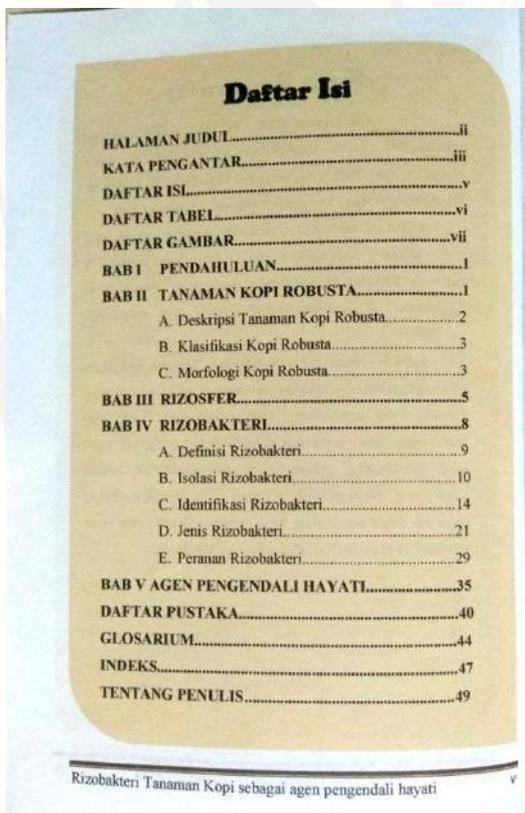
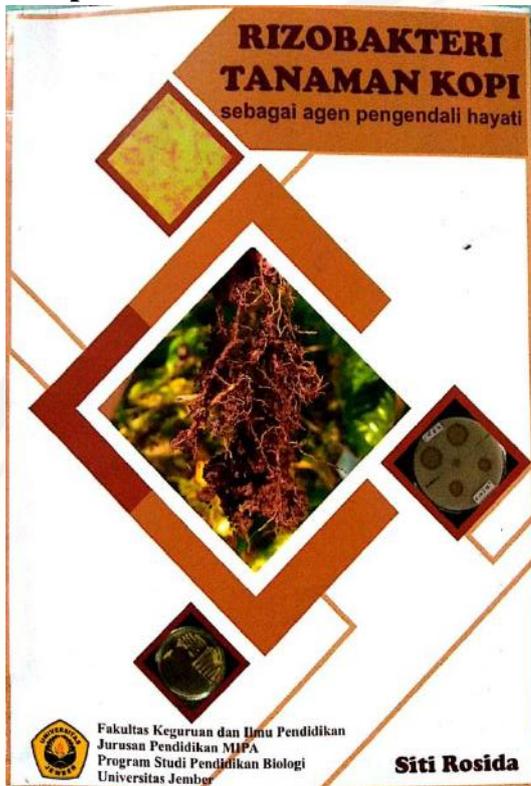
Sehubungan dengan hal tersebut, mohon Saudara berkenan memberikan izin dan sekaligus memberikan bantuan informasi yang diperlukannya.

Demikian atas perkenan dan kerjasama yang baik kami sampaikan terima kasih.

a.n. Dekan
 Wakil Dekan I,


 Prof. Dr. Suratno, M.Si.
 19670625 199203 1 003

Lampiran G. Produk Buku Nonteks



Lampiran H. Lembar Konsultasi Penyusunan Skripsi
H.1 Pembimbing Utama



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 Fax: 0331-332475
Laman: www.fkip.unej.ac.id

LEMBAR KONSULTASI PENYUSUNAN SKRIPSI

Pembimbing Utama

Nama : Siti Rosida
NIM : 140210103019
Jurusan/Program Studi : Pendidikan MIPA/Pendidikan Biologi
Judul : Isolasi, Identifikasi dan Uji Aktivitas Proteolitik Rizobakteri dari Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora*) yang Terserang Nematoda Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Nonteks.
Pembimbing Utama : **Dr. Iis Nur Asyiah, S.P., MP.**
Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si.

Kegiatan Konsultasi

No.	Hari/tanggal	Materi Konsultasi	Tanda Tangan Pembimbing
1	Senin, 4 Desember 2017	Judul Proposal	
2	Senin, 12 Desember 2017	Bab 1, 2, dan 3	
3	Selasa, 29 Desember 2017	Bab 1, 2, 3, dan lampiran	
4	Senin, 15 Januari 2018	ACC proposal skripsi	
5	Senin, 09 April 2018	Hasil penelitian	
6	Senin, 23 April 2018	Hasil penelitian dan produk buku	
7	Senin, 30 April 2018	Bab 4 dan 5	
8	Senin, 7 Mei 2018	Bab 1, 2, 3, 4, dan 5	
9	Senin, 21 Mei 2018	Bab 1, 2, 3, 4, 5, dan lampiran	
10	Kamis, 28 Mei 2018	Bab 1, 2, 3, 4, 5, dan lampiran	
11	Senin, 4 Juni 2018	ACC Ujian Skripsi	

Catatan:

1. Lembar ini harus dibawa dan diisi setiap melakukan konsultasi
2. Lembar ini harus dibawa sewaktu seminar proposal skripsi dan ujian skripsi

H.2 Pembimbing Anggota



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 Fax: 0331-332475
 Laman: www.fkip.unej.ac.id

LEMBAR KONSULTASI PENYUSUNAN SKRIPSI**Pembimbing Anggota**

Nama : Siti Rosida
 NIM : 140210103019
 Jurusan/Program Studi : Pendidikan MIPA/Pendidikan Biologi
 Judul : Isolasi, Identifikasi dan Uji Aktivitas Proteolitik Rizobakteri dari Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora*) yang Terserang Nematoda Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Nonteks.
 Pembimbing Utama : Dr. Iis Nur Asyiah, S.P., M.P.
 Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si.

Kegiatan Konsultasi

No.	Hari/tanggal	Materi Konsultasi	Tanda Tangan Pembimbing
1	Selasa, 5 Desember 2017	Judul Proposal dan Matriks Penelitian	
2	Selasa, 12 Desember 2017	Bab 1, 2, dan 3	
3	Senin, 28 Desember 2017	Bab 1, 2, 3, dan lampiran	
4	Jum'at, 12 Januari 2018	ACC Proposal Skripsi	
5	Rabu 11 April 2018	Hasil Penelitian	
6	Kamis, 26 April 2018	Hasil Penelitian	
7	Kamis, 3 Mei 2018	Bab 4 dan Produk Buku	
8	Rabu, 9 Mei 2018	Bab 4 dan 5	
9	Rabu, 16 Mei 2018	Bab 1, 2, 3, 4, dan 5	
10	Rabu, 31 Mei 2018	Bab 1, 2, 3, 4, 5, dan lampiran	
11	Senin, 4 Juni 2018	Bab 1, 2, 3, 4, 5, dan lampiran	
12	Selasa, 3 Juli 2018	ACC Ujian Skripsi	

Catatan:

1. Lembar ini harus dibawa dan diisi setiap melakukan konsultasi
2. Lembar ini harus dibawa sewaktu seminar proposal skripsi dan ujian skripsi