



**UJI POTENSI SELULOLITIK ISOLAT FUNGI LIMBAH
SAYURAN DI PASAR TANJUNG KABUPATEN
JEMBER DAN PEMANFAATANNYA
SEBAGAI BUKU KARYA
ILMIAH POPULER**

SKRIPSI

Oleh :
Iir Nur Choiriya
NIM. 150210103044

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**UJI POTENSI SELULOLITIK ISOLAT FUNGI LIMBAH
SAYURAN DI PASAR TANJUNG KABUPATEN JEMBER
DAN PEMANFAATANNYA SEBAGAI BUKU
KARYA ILMIAH POPULER**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan dan mencapai gelar sarjana (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi

Oleh
Iir Nur Choiriya
NIM. 150210103044

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Puji syukur atas hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayahNya, tak lupa sholawat serta salam semoga selalu terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah berjuang membawa islam menjadi rahmatan lil ala min. Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Bapak Qodir dan Ibu Sarofah tercinta yang telah memberikan curahan kasih sayang, limpahan doa beserta dukungan moral dan materi sehingga saya bisa melangkah sampai saat ini;
2. Keluarga besar saya yang selalu memberi dukungan untuk menyelesaikan skripsi ini;
3. Guru-guru SDN 02 Sumbergedang, SMPN 2 Pandaan, SMAN 1 Purwosari dan dosen Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember, terima kasih yang tak terhingga atas segala ilmu dan didikan yang kepadaku sehingga bisa menghantarkan ku hingga jenjang saat ini.
4. Almamater Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang kubanggakan.

MOTTO

“Sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan”
(Terjemahan Q.S Al-Insyiroh: 6)¹



¹)Departemen Agama RI. 2017. Al-Qur'anul karim terjemahan & 319 tafsir tematik. Bandung: Cordoba Internasional Indonesia.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Iir Nur Choiriya

Nim :150210103044

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Uji Potensi Selulolitik Isolat Fungi Limbah SayuranAN di Pasar Tanjung Kabupaten Jember dan Pemanfaatannya sebagai Buku Karya Ilmiah Populer” adalah benar-benar karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas kesalahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 25 Juli 2019

Yang bersangkutan

Iir Nur Choiriya

NIM.150210103044

SKRIPSI

**UJI POTENSI SELULOLITIK ISOLAT FUNGI LIMBAH SAYURANAN
DI PASAR TANJUNG KABUPATEN JEMBER DAN
PEMANFAATANNYA SEBAGAI BUKU
KARYA ILMIAH POPULER**

Oleh

Iir Nur Choiriya

150210103044

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Dr. Joko Waluyo, M.Si

Dosen Pembimbing Anggota : Siti Murdiah, S.Pd, M.Pd

PERSETUJUAN

**UJI POTENSI SELULOLITIK ISOLAT FUNGI LIMBAH SAYURANAN
DI PASAR TANJUNG KABUPATEN JEMBER DAN
PEMANFAATANNYA SEBAGAI BUKU
KARYA ILMIAH POPULER**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan dan mencapai gelar sarjana (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi

Oleh :

Nama Mahasiswa : Iir Nur Choiriya
NIM : 150210103044
Jurusan/Program : Pendidikan MIPA/ P. Biologi
Angkatan Tahun : 2015
Daerah Asal : Pasuruan
Tempat, Tanggal Lahir : Pasuruan, 1 Juni 1997

Disetujui oleh

Dosen Pembimbing Utama
Anggota

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Joko Waluyo, M.Si
NIP. 19571028 198503 1 001

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Uji Potensi Selulolitik Isolat Fungi Limbah Sayuran di Pasar Tanjung Kabupaten Jember dan Pemanfaatannya sebagai Buku Karya Ilmiah Populer” telah diuji dan disahkan pada :

Hari , Tanggal :

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua

Sekretaris

Prof. Dr. Joko Waluyo, M.Si

NIP. 19571028 198503 1 001

Siti Murdiyah, S.Pd., M.Pd

NIP. 19790503 200604 2 001

Anggota I

Anggota II

Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si

NIP. 19640510 199002 1 00

Mochammad Iqbal, S.Pd., M.Pd

NIP. 19880120 201212 1 001

Mengesahkan,
Dekan FKIP Universitas Jember

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

NIP. 196808021993031004

RINGKASAN

Uji Potensi Selulolitik Isolat Fungi Limbah Sayuran di Pasar Tanjung Kabupaten Jember dan Pemanfaatannya sebagai Buku Karya Ilmiah Populer; Iir Nur Choiriya, 150210103044; 2015; 53 Halaman; Program Studi Pendidikan Biologi; Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Sayuran merupakan salah satu tanaman produktif pertanian. FAO dan Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura memperkirakan produksi sayuran di Indonesia mencapai 10.507.836 ton per tahun. Melimpahnya produksi sayuran di Indonesia diiringi dengan potensi produk menjadi sampah. Hal ini dikarenakan sayuran merupakan bahan makanan yang mudah rusak karena memiliki kadar air yang tinggi.

Volume sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA), berdasarkan data Dinas Kebersihan dan Pengelolaan sampah TPA Pakusari Kabupaten Jember pada bulan Februari 2018, jumlah gunung sampah mencapai 600 meter kubik dan sampah yang diangkut ke TPA Pakusari setiap harinya mencapai 1.460 m³. Macam-macam sampah yang dihasilkan tersebut meliputi sampah organik yang persentasenya 81,9%, non organik 13,6% dan sampah beracun (sampah baterai, sampah medis dan sampah sisa kemasan pestisida) sebesar 4,5%. Presentase sampah pasar sebesar 56% atau 32 ton/hari pada umumnya dikumpulkan dan dibuang ke tempat pembuangan akhir. Oleh karena itu diperlukan pemanfaatan sampah sayuran secara berkelanjutan sehingga dapat mengurangi jumlah penumpukan limbah pasar yang semakin hari semakin meningkat.

Limbah sayuran adalah limbah padat organik, terdiri dari kumpulan berbagai macam sayuran hasil sortir atau sampah sayuran karena sudah tidak layak jual. Limbah sayuran merupakan limbah organik dengan biomassa berat keringnya mengandung pati, hemiselulosa, dan selulosa (Irawan, 2010). Menurut Kim *dkk.* dalam Hasanah dan Saskiawan (2015), selulosa merupakan polimer linear glukosa dengan ikatan β -1,4-glikosidik. Enzim yang dapat mendegradasi selulosa adalah enzim selulose. Enzim selulose mampu menghidrolisis ikatan β -1,4-glikosidik pada molekul selulosa sehingga menghasilkan glukosa (Sinatari,

2013). Selulosa dirombak oleh mikroba selulosa, salah satu mikroba selulosa adalah fungi selulolitik (Hasanah dan Saskiawan, 2015). Pemanfaatan fungi yang memiliki potensi selulolitik sebagai pendegradasi limbah sayuran lebih efektif dibandingkan bakteri. Hal tersebut didukung oleh beberapa ketentuan yaitu tidak toksik, mudah dalam aplikasi, biaya murah dan produknya cukup baik (Nasution dkk., 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui isolat fungi dari limbah sayuran di pasar Tanjung kabupaten Jember yang memiliki potensi untuk mendegradasi selulosa. Isolat fungi selulolitik yang diperoleh dari proses isolasi selanjutnya diidentifikasi dan mempublikasikannya melalui produk buku karya ilmiah populer yang divalidasi. Jenis penelitian ini merupakan penelitian deskriptif eksploratif. Tahapan penelitian secara umum yaitu isolasi, uji potensi selulolitik, identifikasi dan penyusunan buku karya ilmiah populer.

Hasil isolasi isolat fungi limbah sayuran di pasar tanjung kabupaten Jember ditemukan sebanyak 12 fungi. Fungi yang dapat diidentifikasi sebanyak 11 isolat terdiri dari: *Aspergillus* sp. (kode isolat I.1), *Colletotrichum bannaense* (kode isolat I.2), *Fusarium oxysporium* (kode isolat I.3), *Cladosporium limoniforme* (kode isolat I.4), *Neofabraea malicorticis* (kode isolat I.6), *Colletotrichum acutatum* (kode isolat I.7), *Fusarium graminearum* (kode isolat I.8), *Fusarium oxysporum* (kode isolat I.9), *Fusarium kotabaruense* (kode isolat I.10), *Penicillium viticola* (kode isolat I.12), *Talaromyces flavus* (kode isolat I.13) dan 1 isolat fungi yang tidak teridentifikasi yaitu I.11.

Buku karya ilmiah populer yang berjudul “Isolat Fungi Selulolitik Limbah Sayuran di Pasar Tanjung” ini melalui tahapan validasi yang dilakukan oleh 4 orang validator yakni ahli materi, ahli media dan 2 orang pengguna. Skor rata-rata validasi yaitu 81,45% sehingga buku ini sangat layak untuk dijadikan sebagai bahan bacaan dan informasi tentang hasil penelitian.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Uji Potensi Selulolitik Isolat Fungi Limbah Sayuran di Pasar Tanjung Kabupaten Jember dan Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer”. Skripsi ini disusun untuk melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan (S1) pada 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 ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Dr. Hj. 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 Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember,
4. Prof. Dr. Joko Waluyo, M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah tulus dan ikhlas meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini.
5. Siti Murdiah, S.Pd, M.Pd selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah bersedia memberikan saran, perhatian serta motivasi dalam penulisan skripsi ini;
6. Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si selaku Dosen Penguji Utama yang telah bersedia memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini.
7. Mochammad Iqbal, S.Pd., M.Pd selaku Dosen Penguji Anggota yang telah bersedia memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
8. Kamalia Fikri, S.Pd., M.Pd., selaku Ketua Laboratorium Pendidikan Biologi;

9. Semua dosen FKIP Pendidikan Biologi, atas semua ilmu yang telah diberikan selama menjadi mahasiswa Pendidikan Biologi;
10. Mahbubatur Rohmah, Enki Dani Nugroho dan seluruh teknisi laboratorium di Program Studi Pendidikan Biologi;
11. Kedua orang tuaku Bapak Qodir dan Ibu Sarofah yang selalu memberi kasih sayang, doa, motivasi, nasehat, dan semangat untuk tetap berusaha dan kerja keras;
12. Prada Mar. Hudori Ubaidillah, terimakasih atas dukungan, semangat dan memberikan segala bantuannya demi terselesaikannya skripsi ini;
13. Teman-teman “Kontrakan Hokya” yang telah memberikan semangat, dukungan serta rasa nyaman saat mengerjakan revisian;
14. Riko Andrias Julianto, terimakasih telah menjadi partner penelitian yang sabar;
15. Dyta Romadhona Purwasita, S.P dan Fakhruddin Akhmad, S.Sos, yang telah berjuang bersama serta selalu memberikan dukungan dalam proses perkuliahan dan skripsi;
16. Teman-teman seperjuangan Biologi 2015 yang telah memberikan semangat dan kenangan yang sangat berkesan dan tak terlupakan;
17. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Segala kritik dan saran yang sifatnya membangun akan menyempurnakan penulisan skripsi ini serta bermanfaat bagi penulis, pembaca, dan bagi penelitian selanjutnya.

Jember, Juli 2019

Penulis

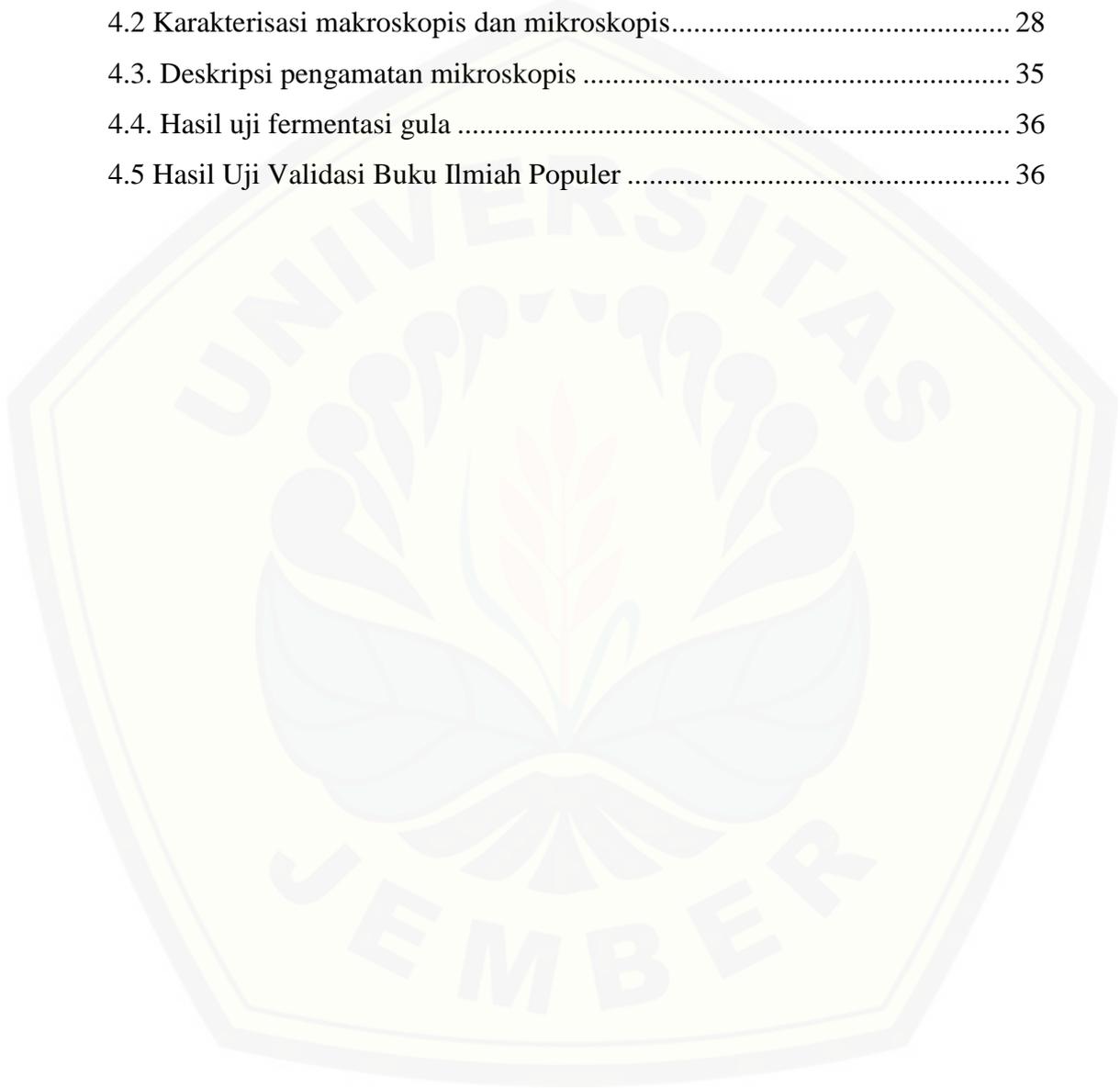
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN SKRIPSI.....	vi
HALAMAN PERSETUJUAN	vii
HALAMAN PENGESAHAN	viii
RINGKASAN	ix
PRAKATA	xiii
DAFTAR ISI.....	x
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.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Limbah Sayuran	5
2.2 Fungi	6
2.3 Potensi Selulolitik	8
2.3.1 Fungi Selulolitik.....	9
2.3.2 Enzim Selulolitik.....	11
2.4 Buku Karya Ilmiah Populer	13
2.5 Kerangka Konseptual.....	15
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	16

3.1 Jenis Penelitian.....	16
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	16
3.3 Variabel Penelitian	16
3.4 Variabel Kendali.....	16
3.5 Definisi Operasional	17
3.6 Prosedur Penelitian	17
3.6.1 Alat dan Bahan Penelitian	17
3.6.2 Prosedur Kerja.....	18
3.7 Penyusunan Buku Karya Ilmiah Populer	20
3.8 Analisis Data	21
3.8.1 Analisis Data Penelitian	21
3.8.2 Analisis Validasi Buku Karya Ilmiah Populer	21
3.9 Alur Penelitian	23
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Hasil Penelitian	24
4.1.1 Hasil Uji Potensi Selulolitik.....	24
4.1.2 Hasil Identifikasi Isolat Fungi Selulolitik	27
4.1.3 Hasil Uji Fermentasi Gula.....	35
4.1.4 Hasil Uji Validasi Buku Ilmiah Populer	35
4.2 Pembahasan	36
4.2.1 Isolat Fungi Selulolitik.....	36
4.2.2 Identifikasi Fungi Selulolitik.....	37
4.2.3 Validasi Buku Ilmiah Populer	42
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	47
Lampiran-lampiran	54

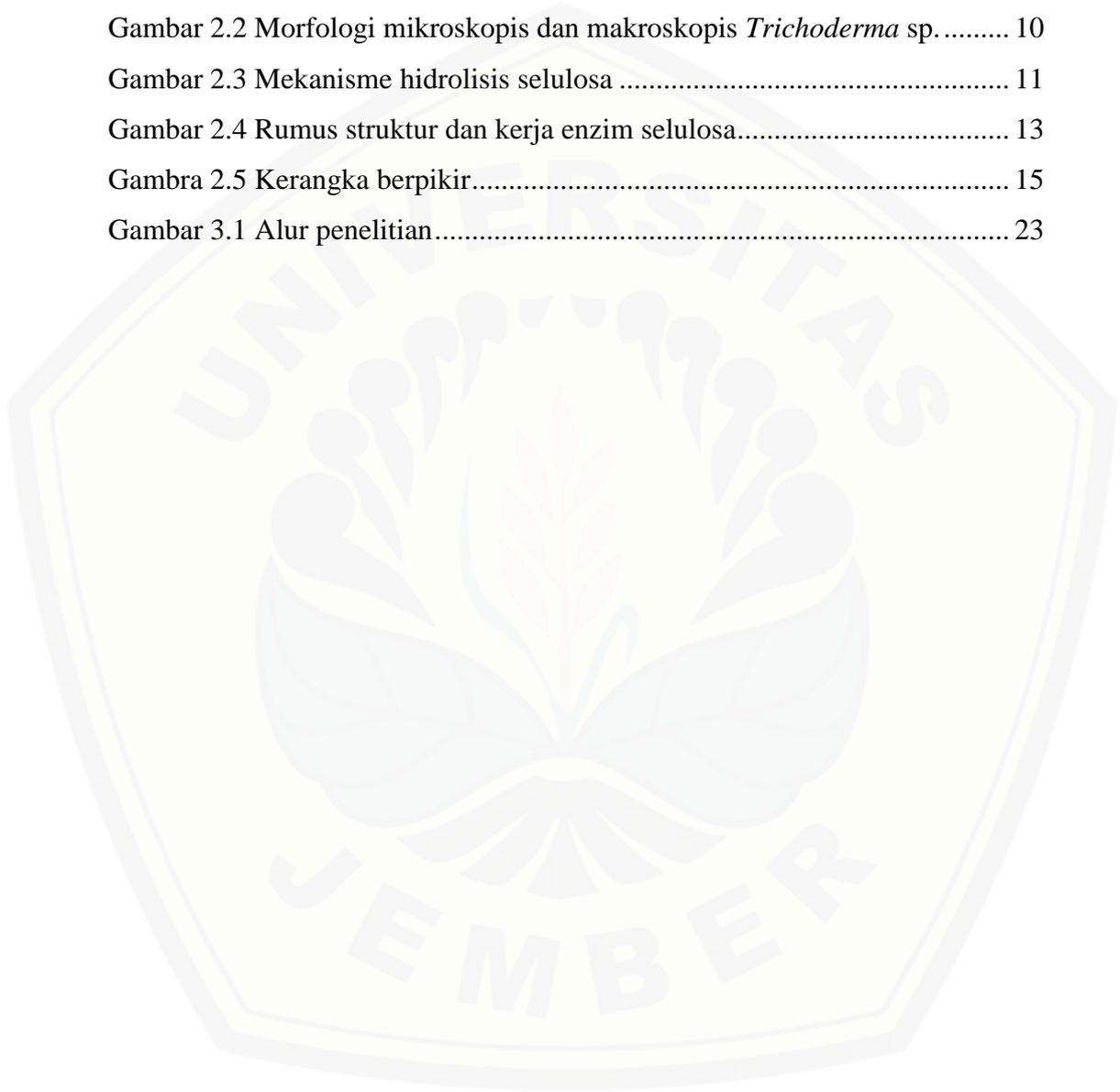
DAFTAR TABEL

	halaman
3.1 Kualifikasi Kelayakan buku karya ilmiah populer.....	22
4.1 Hasil uji potensi selulolitik isolat fungi limbah sayuran.....	24
4.2 Karakterisasi makroskopis dan mikroskopis.....	28
4.3. Deskripsi pengamatan mikroskopis	35
4.4. Hasil uji fermentasi gula	36
4.5 Hasil Uji Validasi Buku Ilmiah Populer	36



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur molekul selulosa.....	8
Gambar 2.2 Morfologi mikroskopis dan makroskopis <i>Trichoderma</i> sp.....	10
Gambar 2.3 Mekanisme hidrolisis selulosa	11
Gambar 2.4 Rumus struktur dan kerja enzim selulosa.....	13
Gambra 2.5 Kerangka berpikir.....	15
Gambar 3.1 Alur penelitian.....	23



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Matriks penelitian	54
Lampiran 2. Identifikasi dengan buku barnet dan alexopholus	56
Lampiran 3. Data pengamatan fungsi	59
Lampiran 4. Hasil Identifikasi dengan beberapa literatur	64
Lampiran 5. Surat Rekomendasi sebagai Validator	71
Lampiran 6. Hasil Validasi	72
6.1 Hasil Validasi Buku Karya Ilmiah Populer oleh Ahli Materi ...	72
6.2 Hasil Validasi Buku Karya Ilmiah Populer oleh Ahli Media....	77
6.3 Hasil Validasi Buku Karya Ilmiah Populer oleh Masyarakat....	80
6.4 Hasil Validasi Buku Karya Ilmiah Populer oleh Mahasiswa	83
Lampiran 7. Lembar Konsultasi Penyusunan Skripsi Pembimbing Utama.....	86
Lampiran 8. Lembar Konsultasi Penyusunan Skripsi Pembimbing Anggota..	87

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sayuranan merupakan salah satu tanaman produktif pertanian. FAO dan Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura memperkirakan produksi sayuran di Indonesia mencapai 10.507.836 ton per tahun. Melimpahnya produksi sayuran di Indonesia diiringi dengan potensi produk menjadi sampah. Hal ini dikarenakan sayuran merupakan bahan makanan yang mudah rusak. Salah satu penyebab hal tersebut yaitu kandungan air yang tinggi yaitu berkisar 85-95% sehingga sangat baik untuk pertumbuhan mikroorganisme (Imaduddin, 2013).

Volume sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA), berdasarkan data Dinas Kebersihan dan Pengelolaan sampah TPA Pakusari Kabupaten Jember pada bulan Februari 2018, jumlah gunungan sampah mencapai 600 meter kubik dan sampah yang diangkut ke TPA Pakusari setiap harinya mencapai 1.460 m³. Macam-macam sampah yang dihasilkan tersebut meliputi sampah organik yang persentasenya 81,9%, non organik 13,6% dan sampah beracun (sampah baterai, sampah medis dan sampah sisa kemasan pestisida) sebesar 4,5%. Presentase sampah pasar sebesar 56% atau 32 ton/hari pada umumnya dikumpulkan dan dibuang ke tempat pembuangan akhir. Sampah organik terdiri dari limbah sayuran atau buah-buahan yang telah membusuk dan sudah tidak dapat dikonsumsi lagi. Limbah sayuran segar berpotensi sebagai bahan pakan ternak, akan tetapi limbah tersebut sebagian besar mempunyai kecenderungan mudah mengalami pembusukan dan kerusakan (Siboro, 2013). Oleh karena itu diperlukan pemanfaatan limbah sayuran secara berlanjutan sehingga dapat mengurangi jumlah penumpukan limbah pasar yang semakin hari semakin meningkat.

Limbah sayuran adalah limbah padat organik, terdiri dari kumpulan berbagai macam sayuran hasil sortir atau sampah sayuran karena sudah tidak layak jual. Limbah sayuran juga berpotensi sebagai kompos namun tidak

seluruh limbah sayuran dapat dimanfaatkan sebagai kompos. Beberapa jenis limbah sayuran yang mengandung unsur hara yang dapat dimanfaatkan sebagai kompos (Utama dan Nurdiana, 2018). Limbah sayuran merupakan salah satu masalah yang harus dihadapi oleh masyarakat maupun pengelola sampah khususnya sampah pasar di daerah Pasar Tanjung, Jember. Semestinya, limbah sayuran yang tidak termanfaatkan akan menyebabkan sanitasi lingkungan yang buruk bagi warga sekitar. Pencegahan dapat dilakukan melalui penanganan khusus limbah sayuran. Penanganan khusus limbah sayuran ini dengan cara memanfaatkan mikroorganisme tertentu yang mampu untuk menguraikan limbah sayuran. Pemberian mikroorganisme seperti fungi sebagai pendegradasi limbah sayuran mampu mengurangi bobot limbah sayuran (Nasution dkk., 2017)

Limbah sayuran merupakan limbah organik dengan biomassa berat keringnya mengandung pati, hemiselulosa, dan selulosa (Irawan, 2010). Menurut Kim dkk. dalam Hasanah dan Saskiawan (2015), selulosa merupakan polimer linear glukosa dengan ikatan β -1,4-glikosidik. Enzim yang dapat mendegradasi selulosa adalah enzim selulose. Enzim selulose mampu menghidrolisis ikatan β -1,4-glikosidik pada molekul selulosa sehingga menghasilkan glukosa (Sinatari, 2013). Selulosa dirombak oleh mikroba selulosa, salah satu mikroba selulosa adalah fungi selulolitik (Hasanah dan Saskiawan, 2015). Pemanfaatan fungi yang memiliki potensi selulolitik sebagai pendegradasi limbah sayuran lebih efektif dibandingkan bakteri. Hal tersebut didukung oleh beberapa ketentuan yaitu tidak toksik, mudah dalam aplikasi, biaya murah dan produknya cukup baik (Nasution dkk., 2017). Efisiensi degradasi bahan organik dari tumbuhan oleh fungi golongan tertentu tergantung pada kemampuan menghasilkan enzim selulose untuk mendegradasi selulosa karena keduanya merupakan bentuk karbohidrat yang tidak dapat didegradasi secara langsung (Hasanah dan Saskiawan, 2015). Fungi yang mampu mendegradasi selulase berasal dari *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Rhizoctonia*, *Rhizopus* dan *Trichoderma* (Razie, 2011). Aminah dan Supraotini (2003) menyatakan bahwa fungi yang paling banyak ditemukan di temukan di pasar Tradisional dan Swalayan adalah *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp., dan *Trichoderma* sp. *Trichoderma* sp.

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini mengungkap potensi fungi indigenous penghasil enzim selulase atau disebut fungi selulolitik yang berada pada limbah sayuran dari pasar Tanjung Kabupaten Jember. Penelitian tersebut juga dapat dimanfaatkan secara teoritis dan menjadi bacaan bagi mahasiswa sebagai buku karya ilmiah. Karya ilmiah adalah tulisan yang membahas suatu masalah. Pembahasan itu dilakukan berdasarkan, pengamatan, pengumpulan data yang didapat dari penelitian (Wulandari dan Utomo, 2012). Adanya buku karya ilmiah populer bertujuan untuk menambah pengetahuan bagi pembaca dan pembaca mampu melakukan tindak lanjut mengenai penelitian ini.”.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

- a. Apa saja genus fungi yang memiliki potensi untuk mendegradasi selulosa dari limbah sayuran di Pasar Tanjung Kabupaten Jember?
- b. Bagaimana kelayakan buku hasil penelitian mengenai Uji Potensi Selulolitik Isolat Fungi Limbah Sayuran di Pasar Tanjung Kabupaten Jember sebagai buku karya ilmiah populer.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Sampel limbah yang diambil berupa limbah sayuran busuk yang dihaluskan.
- b. Identifikasi fungi selulolitik yang diperoleh dari limbah sayuran di Pasar Tanjung Kabupaten Jember hanya sebatas pengamatan makroskopis dan mikroskopis untuk mengetahui genus fungi.
- c. Uji kelayakan buku karya ilmiah populer sampai pada uji validasi ahli.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah, maka penelitian ini bertujuan untuk:

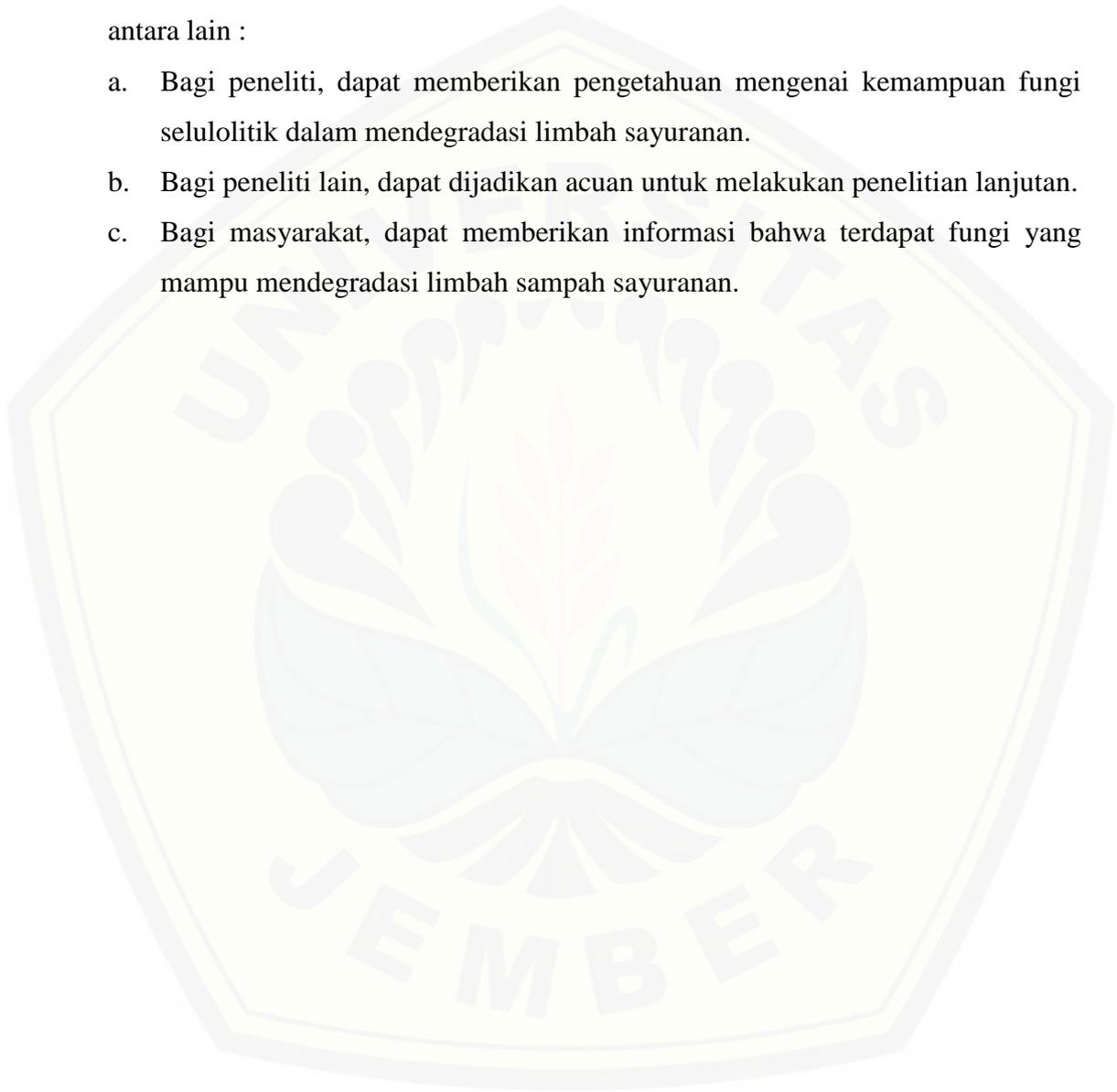
- a. Untuk menganalisis isolat fungi yang memiliki potensi untuk mendegradasi selulosa dari limbah sayuran.

- b. Untuk mengetahui kelayakan buku karya ilmiah populer hasil penelitian yang berjudul Isolat Fungi Selulolitik Limbah Sayur di Pasar Tanjung Jember

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk berbagai pihak , antara lain :

- a. Bagi peneliti, dapat memberikan pengetahuan mengenai kemampuan fungi selulolitik dalam mendegradasi limbah sayuran.
- b. Bagi peneliti lain, dapat dijadikan acuan untuk melakukan penelitian lanjutan.
- c. Bagi masyarakat, dapat memberikan informasi bahwa terdapat fungi yang mampu mendegradasi limbah sampah sayuran.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Sayuran

Limbah adalah suatu bahan yang terbuang atau dibuang dari sumber hasil aktivitas manusia maupun alam yang belum memiliki nilai ekonomi. Limbah menjadi masalah yang krusial terutama di daerah perkotaan (Sunarsih, 2018). Limbah menjadi sumber pencemaran lingkungan karena menimbulkan bau tidak sedap, dapat mencemari air, tanah dan dipandang secara estetika mengurangi keindahan lingkungan. Limbah padat dari buangan pasar dihasilkan dalam jumlah yang cukup besar. Pengelolaan limbah yang kurang akan memberikan sumbangan yang pencemaran yang memperparah lingkungan (Fitriyatno, 2010).

Pencemaran lingkungan karena sampah merupakan hasil yang ditimbulkan oleh aktivitas manusia. Sampah organik yang dihasilkan di pasar merupakan salah satu masalah yang dialami oleh masyarakat (Harahap dkk., 2017). Sampah organik berupa limbah sayuran, buah dan bahan organik lain yang dapat menyebabkan pencemaran bagi lingkungan (Saidi, 2016). Aktivitas yang meningkat di pasar dapat memicu peningkatan jumlah limbah yang dihasilkan. Limbah sayuran bersifat mudah busuk, banyak, dan menumpuk serta ketersediaannya yang melimpah. (Harahap dkk., 2017). Limbah yang dihasilkan dapat menimbulkan dampak yang buruk bagi kesehatan warga sekitarnya, seperti menimbulkan bau yang tidak sedap dan sebagai sarang tumbuhnya kuman penyebab penyakit. Proses pembersihan limbah juga memerlukan biaya yang mahal (Superianto dkk., 2018).

Menurut Utama dan Mulyanto. (2009) limbah pasar sayuran adalah limbah padat organik, terdiri dari kumpulan berbagai macam sayuran setelah disortir karena sudah tidak layak jual dan biasanya didominasi oleh sawi dan kubis. Limbah sayuran pasar berpotensi sebagai bahan pakan ternak, akan tetapi limbah tersebut sebagian besar mempunyai kecenderungan mudah mengalami pembusukan dan kerusakan, sehingga perlu dilakukan pengolahan untuk

memperpanjang masa simpan serta untuk menekan efek anti nutrisi yang umumnya berupa alkaloid.

2.2 Fungi

Fungi merupakan sebutan bagi regnum dari sekelompok besar makhluk hidup eukariotik heterotrof yang mencerna makanannya di luar tubuh, kemudian menyerap molekul nutrisi ke dalam sel-selnya. Fungi bersifat heterotrof sehingga memerlukan sumber C-organik (Achmad dkk., 2011). Fungi pada umumnya hidup di alam secara bersama dan saling berinteraksi. Interaksi yang terjadi antar fungi dapat berupa interaksi sinergis maupun antagonis. Interaksi sinergis fungi dalam bentuk kerjasama yang mampu memproduksi enzim untuk degradasi substrat. Reaksi antagonis fungi menyebabkan timbulnya reaktif oksigen spesies yang bersifat toksik terhadap sel (Anita dkk., 2011). Fungi bergantung kepada karbohidrat kompleks sebagai sumber nutrisi. Karbohidrat tersebut diuraikan terlebih dahulu menjadi bentuk monosakarida dengan enzim ekstraseluler kemudian baru diserap oleh fungi untuk selanjutnya diasimilasi. Sumber karbon diperlukan untuk kebutuhan energi dan struktural sel jamur. Hal ini yang mendukung pertumbuhan miselium pada fungi (Wahidah dan Saputra, 2015).

Fungi adalah mikroba yang tidak dapat memenuhi kebutuhan nutrisinya secara autotrof, sehingga hidup secara saprofit atau parasit pada organisme lain. Kapang dapat tumbuh di berbagai substrat, terutama yang mengandung karbohidrat dan dapat hidup pada kondisi asam. Fungi kebanyakan tumbuh dalam suasana aerob (Prayitno dkk., 2014). Fungi mengalami pertumbuhan yang lambat karena fungi memerlukan substrat yang sesuai untuk keperluan metabolismenya. Fungi merupakan salah satu mikroorganisme yang dapat digunakan untuk pendegradasi limbah. Pelopor lingkungan hidup di seluruh dunia telah memecahkan berbagai masalah limbah melalui mikroorganisme seperti fungi yang mampu menurunkan senyawa air limbah dalam pembersihan lingkungan (Singh, 2006). Namun Fungi memiliki kemampuan untuk mengubah karbohidrat menjadi suatu bentuk gula sederhana dengan bantuan enzim yang dihasilkannya.

Kemampuan *fungi* tersebut mengakibatkan *fungi* dapat tetap bertahan walaupun nutrisi dasar dari molases sudah berkurang (Larasati dkk., 2015).

Klasifikasi *fungi* didasarkan pada produksi spora seksual dan aseksual, struktur morfologinya, koloni *fungi* dan hifanya. Setiap *fungi* memiliki karakteristik yang berbeda. Kingdom *fungi* dibagi menjadi 6 divisi yaitu Chytridomycota, Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota, Deuteromycota (*fungi* imperfekti) (Gandjar dkk., 2006).

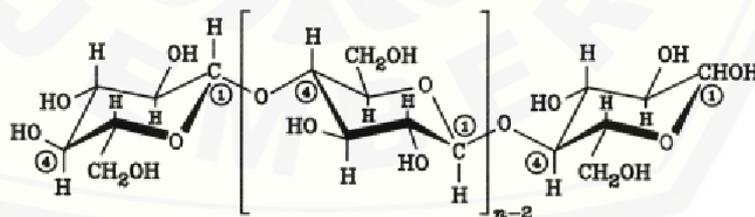
Hifa Chytridiomycota bertipe senositik, septum baru dibentuk apabila *fungi* akan membuat alat reproduksi berupa sporangium. Reproduksi seksualnya dengan cara kopulasi antar planogamet-planogamet yang memiliki morfologi sama atau tidak sama dan menghasilkan suatu zigot yang akan tumbuh menjadi hifa (Gandjar dan Sjamsuridzal, 2006). Zygomycota memiliki karakteristik menghasilkan sporangia pada reproduksi aseksualnya. Reproduksi seksualnya menghasilkan zygospora. Tipe hifa senositik (Gandjar dkk., 2006). Reproduksi aseksual zygomycota dengan spora. Spora yang tumbuh menjadi benang hifa dan berkembang menjadi sporangium (Wahyuni, 2010). Zygomycota merupakan *fungi* yang bersifat polifiletik. Zygomycota terdiri dari dua kelas yaitu Trichomycetes dan zygomycetes (Gandjar dan Sjamsuridzal, 2006). Ascomycota menghasilkan konidia pada reproduksi aseksual. terjadi askus dan setiap kantong askus terdapat 8 askospora serta hifa berseptata. Ascomycota merupakan kelas jamur yang bersifat mikroskopis namun sebagian kecil bersifat makroskopis. Basidiomycota merupakan jenis jamur yang umumnya berukuran makroskopis (Sumarni dkk., 2017). Ciri khas dari basidiomycota memiliki alat reproduksi berupa basidium sebagai badan penghasil spora. Reproduksi dilakukan melalui dua cara yaitu reproduksi aseksual saat lingkungan mendukung dan reproduksi seksual saat lingkungan tidak mendukung (Wahyuni, 2010). Deuteromycota disebut *fungi* imperfekti karena siklus hidupnya tidak terdefinisi (Gandjar dkk., 2006).

2.3 Potensi Selulolitik

Selulosa merupakan homopolisakarida linear yang tersusun atas 100-4000 unit monosakarida β -glukosa yang berikatan dengan ikatan β -1-4-glikosidi

(Nasution dkk., 2017). Selulosa juga merupakan polimer glukosarantai lurus dengan ikatan β -1,4 glukosida dari suatu selobiosa yaitu dimer glukosa (Shuangqi dkk., 2011). Selulosa memiliki bagian yang mengkristal sekitar 50-90% dan sisanya amorf. Ikatan β -1,4 glukosida dapat dipecah menjadi monomer glukosa dengan cara hidrolisis asam atau enzimatis. (Razie dkk., 2014).

Rumus molekul selulosa adalah $(C_6H_{10}O_5)_n$ sesuai pada gambar 2.1. Selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel tanaman yaitu senyawa polimer glukosa yang tersusun dari unit-unit β -1,4-glukosa yang dihubungkan dengan ikatan β -1,4-D glukosida. Ikatan β -1,4 glukosida pada serat selulosa dapat dipecah menjadi monomer glukosa dengan cara hidrolisis asam atau enzimatis. Hidrolisis sempurna selulosa akan menghasilkan monomer selulosa yaitu glukosa, sedangkan hidrolisis tidak sempurna akan menghasilkan disakarida dari selulosa yaitu selobiosa (Taufiq dkk., 2016). Hidrolisis selulosa menjadi glukosa melalui beberapa tahapan hidrolisis. Pada tahap pertama, serat selulosa dihidrolisis oleh endoglukanase melepaskan fragmen selulosa kecil dengan bagian ujung/terminal bebas dalam bentuk pereduksi dan non pereduksi, yang kemudian dihidrolisis lebih lanjut oleh eksoglukanase melepaskan oligosakarida berukuran kecil dan selobiosa. Pada tahap akhir, β -glukosidase melengkapi hidrolisis selulosa dengan menghidrolisis selobiosa (produk intermediet hidrolisis selulosa) menjadi monomer glukosa (Sugiwati dkk., 2018).



Gambar 2.1. Struktur molekul selulosa (Coniwati dkk., 2015).

Berdasarkan Oramahi dalam Hasanah dan Saskiawan (2013) menyatakan bahwa selulosa dari sisa tumbuhan dan organisme lain diurai oleh mikroba menjadi senyawa sederhana berupa glukosa, CO, dan hidrogen yang sangat berguna sebagai zat hara bagi tumbuhan dan organisme tanah lainnya. Proses

degradasi selulosa menggunakan mikroba memiliki beberapa keunggulan yaitu tidak terjadi degradasi gula, dapat dilakukan di temperatur ruang dan tekanan atmosfer. Proses degradasi selulosa menggunakan mikroba memiliki hasil yang tinggi dan biaya pemeliharaan peralatan relatif rendah karena tidak ada bahan yang korosif serta ramah lingkungan (Nawfa, 2015).

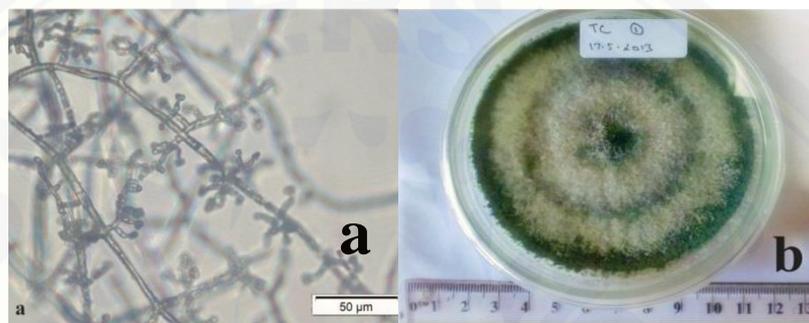
2.3.1 Fungi Selulolitik

Fungi selulolitik memiliki kemampuan untuk menghidrolisis selulosa alami melalui aktivitas selulase yang dimilikinya. Perolehan mikroba selulolitik yang mampu menghasilkan aktivitas selulase yang tinggi menjadi sangat penting untuk tujuan pengomposan limbah organik. Pengomposan dengan bantuan mikroba selulolitik bersifat ramah terhadap lingkungan. (Hasanah dan Saskiawan, 2015).

Salah satu mikroorganisme utama yang dapat memproduksi selulase adalah fungi. Fungi berfilamen seperti *Trichoderma* sp yang tertera pada gambar 2.2. dan *Aspergillus* sp. adalah penghasil enzim selulase. Kedua fungi tersebut adalah fungi selulolitik yang mempunyai kemampuan mensekresi enzim selulase lebih banyak daripada bakteri (Larasati dkk., 2015). Berdasarkan Garajova dkk. (2016), fungi yang secara alami dapat ditemukan pada dinding tanaman adalah *Trichoderma reesei*, *Trichoderma harzianum* dan *Trichoderma longibrachiatum*. Aminah dan Supraotini (2003) menyatakan bahwa fungi yang paling banyak ditemukan di temukan di pasar Tradisional dan Swalayan adalah *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp. *Rhizopus* sp., dan *Trichoderma* sp. *Trichoderma* sp. Dan *Aspergillus* sp. merupakan fungi dekomposer yang mampu mengubah bahan organik menjadi biomas fungi, karbondioksida, dan asam-asam organik (Hidayanto dkk., 2017).

Fungi yang memiliki potensi selulolitik terdiri dari genus *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Rhizoctonia*, *Rhizopus* dan *Trichoderma* (Razie dkk., 2011). Berdasarkan Morgenstern (2014) fungi yang mampu mendegradasi selulosa adalah *Aspergillus Oryzae*, *Trichoderma aurantiacus*, *Trichoderma terrestris* *Trichoderma reesei*, sedangkan yang berasal dari filum

ascomycota yaitu *Myceliophthora thermophila*, *Neurospora crassa*, *Podospora anserina* dan *Podospora chrysosporium*. *Podospora anserina* memiliki potensi untuk mendegradasi selulosa secara signifikan (Tangthirasunun dkk., 2017). Fungi jenis *Trichoderma reesei* dapat menghasilkan endo- β 1,4-glukanase dan ekso- β -1,4-glukanase sampai dengan 80% tetapi β -glukosidasenya rendah (Martins dkk., 2008) sedangkan fungi jenis *Aspergillus niger* dapat menghasilkan glukosidas lebih tinggi jika dibandingkan dengan endo- β -1,4-glukanase dan ekso- β -1,4-glukanase (Kodri dkk., 2013)



Gambar 2.2 Morfologi mikroskopis (a) dan makroskopis (b) koloni *Trichoderma* sp. (Pratiwi dkk., 2014)

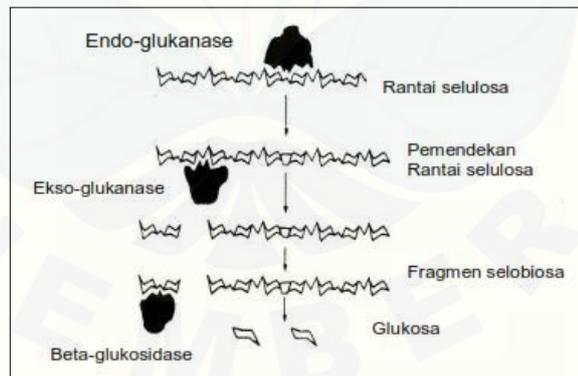
Fungi mengurai selulosa dan mengubahnya menjadi CO₂ dan materi sel, kemudian energi dan CO₂ yang terbentuk digunakan untuk pertumbuhannya. Untuk keperluan tersebut dihasilkan enzim ekstraseluler karena sel mikroorganisme impermeabel terhadap molekul selulosa. (Razie dkk., 2011). Koloni fungi penghasil enzim selulose diperoleh dengan menumbuhkan koloni tunggal terpilih dalam media yang mengandung selulosa. Pertumbuhan fungi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu substrat, temperatur, dan pH media pertumbuhan yang digunakan. Jamur akan tumbuh dengan baik jika berada di lingkungan yang mendukung. (Nawfa, 2015).

2.3.2 Enzim Selulolitik

Enzim merupakan suatu protein yang memiliki aktifitas biokimiawi sebagai katalis suatu reaksi sehingga enzim ini sangat rentan terhadap kondisi lingkungan (Nawfa, 2017). Enzim selulase merupakan enzim ekstraseluler yang diproduksi di luar sel mikroorganisme selulolitik. Interaksi antara substrat selulosa dan enzim selulase akan membentuk kompleks enzim substrat dan menghasilkan glukosa

sebagai produk akhir (Larasati dkk., 2015). Enzim selulose merupakan enzim yang mampu mendegradasi molekul selulose yang tidak larut menjadi monosakarida maupun disakarida sederhana larut. Degradasi selulosa merupakan hasil kerja tiga komponen enzim yang sinergis, yaitu endoglukanase, eksoglukanase dan β -glukosidase (Razie dkk., 2014).

Mekanisme pemotongan rantai ikatan oleh enzim selulase sangat kompleks karena melibatkan sinergitas kerja 3 komponen besar sesuai pada gambar 2.3. Salah satu komponennya adalah endo-1.4- β -D-glukanase yang berfungsi memutuskan ikatan selulosa secara random dengan memulai pemutusan rantai secara acak pada sisi internal daerah amorf dari serat selulosa sehingga sisi yang terbuka dapat diserang oleh *cellobiohydrolase*. Kemudian kerja dari ekso- β -1.4-glukanase yang memotong ujung-ujung rantai tunggal selulosa. ekso- β -1.4-glukanase atau disebut *cellobiohydrolase* menyerang bagian luar *non-reducing* dari selulosa sehingga dihasilkan selobiosa sebagai struktur utamanya. Selanjutnya adalah kerja dari β -glukosidase yang berfungsi memotong selobiosa menjadi molekul-molekul glukosa (Kodri dkk., 2013). Ketiga komponen enzim selulosa memiliki rumus struktur yang berbeda berdasarkan gambar 2.4.



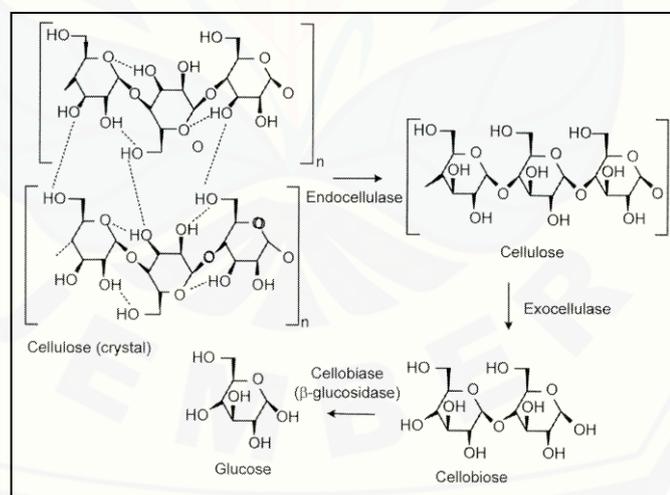
Gambar 2.3 Mekanisme hidrolisis selulosa (Safaria dkk., 2013).

Enzim endo-1.4 β -glukosidase merupakan enzim yang mampu mendegradasi selulosa menjadi glukosa dan mampu terdeteksi melalui hidrolisis CMC (Razie dkk., 2014). Enzim endo-1.4 β -glukosidase juga disebut sebagai enzim selobiase (Morgenstern dkk., 2014). Endoglukanase merupakan komponen selulase yang ditemukan pada mikroorganisme selulolitik. Enzim endo-1.4 β -

glukosidase memiliki afinitas yang tinggi terhadap turunan glukosa dan bereaksi secara acak pada serat selulosa yang amorf (Razie dkk., 2014).

Menurut Morgenstern dkk. (2014), komponen enzim selulosa yang berupa eksoglukanase disebut juga selobio dehidrolase. Selubio dehidrolase merupakan komponen selulosa yang juga dihasilkan oleh jamur secara ekstraseluler. Enzim ini mampu mengkatalis oksidase selobiosa menjadi selobion-1,5-lakton. Selubio dehidrolase mampu dihasilkan oleh salah satu jenis fungi yaitu *Podospora anserina* sehingga fungi ini mampu menguraikan kristal selulosa. Jika *Podospora anserina* menghasilkan sedikit selubio dehidrolase maka fungi ini mampu meningkatkan sekresi β -glukosidase.

β -Glukosidase merupakan bagian dari enzim multi kompleks selulase, yang bekerja secara sinergis dengan eksoglukanase dan endoglukanase menghidrolisis selulosa menjadi glukosa (Sugiwati dkk., 2018). β -glukosidase dapat disekresikan oleh *Aspergillus niger*. β -glukosidase dapat merusak ikatan Glikosidik yang ada di polisakarida menjadi glukosa. Enzim ini juga mampu bekerja pada suhu 30-50°C dan pH 5 (Aliyah dkk., 2017).



Gambar 2.4 Rumus struktur dan kerja enzim selulosa(Saropah dkk., 2012).

Mikroorganisme selulolitik memproduksi 2 unit enzim selulose yaitu endo-1,4 β -glukanase yang berperan menghidrolisis serat selulosa menjadi rantai pendek, kemudian oleh enzim ekso 1,4 β -glukanase yang akan memecah rantai pendek menjadi senyawa sederhana terlarut (Soepranianondo dkk., 2007). Titik

pusat pendegradasi selulosa terletak pada pecahnya ikatan 1,4 β -glukosida. Pecahnya ikatan ini menyebabkan selulosa terhidrolisis menjadi senyawa yang sederhana yaitu oligosakarida (terutama selobiosa) dan pemecahan ikatan 1,4 β -glukosida dilakukan oleh kompleks enzim selulose (Nasution dkk., 2017). Enzim selulase yang dihasilkan oleh mikroorganisme mempunyai karakteristik yang berbeda-beda, hal ini dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti, suhu, pH lingkungan tempat enzim bekerja, konsentrasi substrat tertentu dan waktu inkubasi. Semua enzim bekerja dalam rentang suhu tertentu pada tiap jenis mikroorganisme. Sebagian besar enzim memiliki aktivitas optimum pada suhu 20-50 °C termasuk dalam golongan mesozim (Saropah dkk., 2012).

2.4 Buku Karya Ilmiah Populer

Buku karya ilmiah adalah karangan atau tulisan yang disusun dengan metode ilmiah yakni metode yang didasarkan cara berpikir yang sistematis dan logis. Masalah-masalah yang dibahas bersifat obyektif dan faktual. Karya ilmiah adalah tulisan yang membahas suatu masalah. Pembahasan itu dilakukan berdasarkan, pengamatan, pengumpulan data yang didapat dari penelitian baik penelitian lapangan tes laboratorium ataupun kegiatan pustaka (Wulandari dan Utomo, 2012).

Suatu tulisan disebut karya tulis ilmiah jika memenuhi persyaratan:

- a) isi kajiannya berada pada lingkup pengetahuan ilmiah,
- b) langkah pengerjaannya dijiwai atau menggunakan metode ilmiah, dan
- c) sosok tampilannya sesuai dan memenuhi syarat sebagai suatu sosok keilmuan.

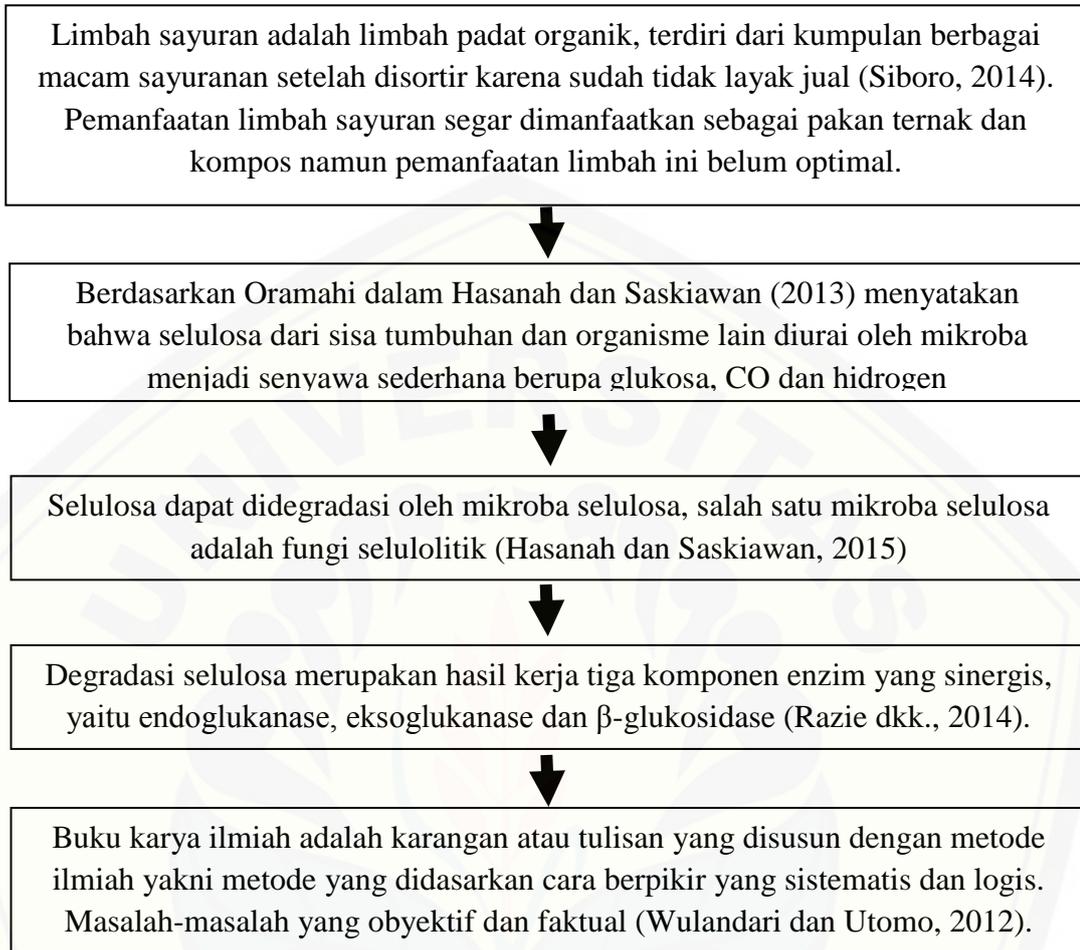
Berdasarkan dengan persyaratan di atas, maka metode ilmiah merupakan dasar pijakan untuk tulisan ilmiah. Pada dasarnya metode ilmiah merupakan suatu cara bekerja atau prosedur untuk memperoleh kebenaran ilmiah (pengetahuan ilmiah) yang memiliki dua tuntutan sekaligus, yaitu: rasional dan teruji. Pada hakikatnya ada tiga komponen utama dalam metode ilmiah, yakni masalah, verifikasi, dan kesimpulan (Suriasumantri, 2000). Ciri-ciri tulisan ilmiah adalah:

- a. Logis, yakni segala informasi yang disajikan memiliki argumentasi yang dapat diterima dengan akal sehat.

- b. Sistematis, yakni segala yang dikemukakan disusun berdasarkan urutan yang berjenjang dan berkesinambungan.
- c. Objektif, yakni segala informasi yang dikemukakan itu menurut apa adanya dan tidak bersifat fiktif.
- d. Tuntas dan menyeluruh, yakni segi-segi masalah yang dikemukakan ditelaah secara lengkap.
- e. Seksama, yakni berusaha menghindarkan diri dari berbagai kesalahan.
- f. Jelas, yakni segala keterangan yang dikemukakan dapat mengungkapkan maksud secara jernih dan tidak menimbulkan multitafsir pembaca.
- g. Kebenarannya dapat teruji karena berdasarkan fakta-fakta ilmiah yang telah dibuktikan.
- h. Terbuka, maksudnya sesuatu yang dikemukakan itu dapat berubah seandainya muncul pendapat baru dan dapat diuji kebenarannya.
- i. Berlaku umum, yakni kesimpulannya berlaku bagi semua populasi, dan
- j. Penyajiannya memperhatikan bahasa dan tata tulis yang sudah baku (Jaedun, 2013).

Buku karya tulis ilmiah dibagi menjadi dua yaitu karya tulis ilmiah populer dan karya tulis ilmiah murni. Karya tulis ilmiah populer memiliki karakteristik adanya pesan untuk menarik perhatian pembaca. Hal tersebut disebabkan karena pembaca yang ditargetkan adalah umum atau bukan spesialis ahli mengenai topik bahasan. Penulisan melakukan kontekstualisasi data hasil riset ke dalam tulisan tersebut sehingga dapat dengan mudah dipahami oleh pembaca umum. Isi tulisan harus memikat pembaca sehingga pembaca dapat membaca hingga tuntas. Bahasa yang digunakan umum dan tidak menggunakan terminologi khusus. Informasi yang dipaparkan dalam bentuk narasi yang mampu menari minat baca (Sarwono, 2010).

2.4 Kerangka Konseptual



Gambar 3.5 Kerangka berpikir

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah deskriptif eksploratif. Peneliti mencari, mengumpulkan, mengidentifikasi dan menginterpretasikan data penelitian yang diperoleh di lapang secara sistematis, faktual dan akurat. Penelitian ini menggambarkan fungi yang memiliki potensi selulolitik. Hasil penelitian ini dimanfaatkan sebagai buku suplemen mata pelajaran

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

a. Tempat Penelitian

Tempat penelitian di Laboratorium Genetika Mikrobiologi dan Bioteknologi (GeMBio) Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

b. Waktu Penelitian

Penelitian ini meliputi isolasi dan uji potensi selulolitik pada 8 November 2018 hingga 19 Juni 2019.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini adalah isolat fungi limbah sayuran di pasar Tanjung Kabupaten Jember.

3.4 Variabel Kendali

Variabel yang disamakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Penggunaan medium PDA (Potato Dextrose Agar) yang diperkaya dengan CMC (Carboxyl Methyl Cellulose).
- b. Lingkungan laboratorium seperti suhu inkubasi, waktu inkubasi, pH medium, dan ukuran cawan petri.

3.5 Definisi Operasional

Definisi operasional mengenai penelitian akan dijabarkan untuk menghindari pengertian ganda dan menyamakan konsepsi. Definisi operasional meliputi:

- a. Limbah sayuran dalam penelitian ini merupakan limbah yang sudah mengalami pembusukan dan belum dimanfaatkan secara optimal di pasar Tanjung Kabupaten Jember.
- b. Pasar Tanjung Kabupaten Jember merupakan tempat pengambilan sampel limbah sayuran.
- c. Fungi selulolitik merupakan fungi yang memiliki kemampuan untuk menghidrolisis selulosa alami melalui aktivitas selulose yang dimilikinya (Hasanah dan Saskiawan, 2015).
- d. Isolasi dan identifikasi. Isolasi merupakan proses pengambilan fungi dari medium atau lingkungan asalnya lalu diletakkan di medium tertentu sehingga diperoleh biakan yang murni. Identifikasi merupakan kegiatan mencari dan menemukan nama genus dari fungi yang ditemukan di limbah sayuran. Kegiatan identifikasi yang dilakukan dengan membandingkan karakter morfologi isolat fungi yang ditemukan di Pasar Tanjung kabupaten Jember dengan berbagai sumber buku identifikasi.
- e. Buku karya ilmiah populer merupakan karangan yang disusun dengan metode ilmiah yakni metode yang didasarkan cara berpikir yang sistematis dan logis serta berisi masalah yang bersifat objektif dan faktual. Pembahasan dalam buku ini berdasarkan, pengamatan, pengumpulan data yang didapat dari penelitian (Wulandari dan Utomo, 2012).

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan alat yang terdiri: cawan petri, tabung reaksi dan rak tabung reaksi, L glass, ose, sumuran, pengaduk kaca, beaker glass 100 ml, gelas ukur 10 ml, tisu dan kapas, bunsen dan korek api, kompor listrik, vortex, shaker, LAF (Laminar Air Flow), inkubator, mikropipet, tip, batang pengaduk,

aluminium foil, neraca analitik, mikroskop, lemari pendingin, kaca benda dan kaca penutup, serta autoclave.

Penelitian ini menggunakan bahan yang terdiri: limbah sayuran, alkohol 70%, aquades, spirtus, PDA (Potato dextrose Agar), indikator pH, tisu, kertas saring, kloramfenikol 2%, ekstrak selulosa atau CMC (Carboxyl Methyl Cellulose), Lactofenol cotton blue, larutan NaCl 1%, Congo Red 0,1%, media fermentasi gula (Natrium broth), glukosa, fruktosa, sukrosa dan fenol red (0,025g dalam 1 liter air).

3.6.2 Prosedur Kerja

a. Tahap Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel limbah sayuran dilakukan di Pasar Tanjung Kabupaten Jember. Pengambilan sayur bersifat random dan tidak ditentukan berasal dari suatu jenis sayuran.

b. Pembuatan suspensi

Pembuatan suspensi dengan cara menghaluskan sampel limbah sayuran yang diperoleh dari Pasar Tanjung Kabupaten Jember.

c. Pengenceran suspensi limbah sayuran

Pengenceran suspensi limbah sayuran dari pasar Tanjung kabupaten Jember hingga pengenceran 10^{-3} . Koloni yang tumbuh pada pengenceran 10^{-3} kali tidak terlalu rapat sehingga lebih mudah dibedakan dan isolasi dapat dengan mudah dilakukan (Nawfa, 2015).

d. Pembuatan Medium

Melarutkan medium PDA yang diperkaya dengan CMC (Carboxyl Methyl Cellulose) dengan aquades lalu menghomogenkan dan memanaskan diatas kompor listrik. Sterilisasi medium menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C selama 15 menit dan tekanan 1 atm.

e. Inokulasi dan Inkubasi Fungi

Melakukan inokulasi dengan cara mengambil sampel dari hasil pengenceran berseri hingga 10^{-3} ke medium PDA yang diperkaya dengan CMC dan penambahan kloramfenikol. Melakukan pengenceran berseri dengan cara

mensuspensikan 1 gram isolat ke dalam 10 ml aquades lalu menggojok hingga homogen. Pengenceran dilakukan dengan menambahkan 1 ml suspensi dan aquades steril 9 ml dalam tabung reaksi (pengenceran tahap I/ 10^{-1}). Melakukan pengenceran yang sama hingga 10^{-3} (Purwantisari dan Hastuti, 2009).

Penggunaan medium umum PDA berfungsi agar tidak terjadi selektivitas pertumbuhan fungi sehingga semua jenis mampu tumbuh dengan optimal (Arifuddin dkk., 2017). Penambahan CMC digunakan untuk mengetahui potensi selulolitik yang dimiliki oleh mikroorganisme (Hasanah dan Saskiawan, 2015). Menurut Nawfa (2015) penambahan kloramfenikol 2% sebagai anti bakteri supaya pertumbuhan fungi tidak terganggu akibat adanya mikroorganisme yang tumbuh selain jamur. Melakukan inokulasi isolat fungi di medium PDA dengan menggunakan mikropipet sebanyak 100 mikron dengan teknik spread plate lalu menginkubasi pada inkubator selama 13 hari.

f. Pemurnian Isolat fungi

Pemurnian fungi hasil isolasi di medium PDA yang diperkaya CMC cawan petri. Melakukan inokulasi dengan cara metode streak kuadran untuk mendapatkan koloni tunggal.

g. Uji potensi selulolitik

Pengujian untuk mengetahui potensi selulolitik pada suatu isolat secara khas ditunjukkan dalam pencampuran medium dengan CMC (Edhar dkk., 2017). Mencampurkan medium CMC dengan PDA. Menginokulasi setiap isolat fungi ke dalam medium PDA yang diperkaya dengan CMC. Hasanah dan Saskiawan (2015) menyatakan bahwa setelah menginkubasi selama 24 jam lalu menetes isolat dengan congo red 0,1% dan menambahkan larutan NaCl 1%. Congo red merupakan indikator adanya hidrolisis CMC sebagai hasil kerja enzim selulose. Potensi selulolitik ditentukan dengan nilai indeks selulolitik yang merupakan nisbah antara diameter zona bening dengan diameter koloni namun tidak dapat digunakan untuk mengetahui kuantitas dari aktivitas enzim yang disekresikan oleh fungi (Edhar dkk., 2017).

h. Identifikasi Isolat Fungi Selulolitik

Mengidentifikasi isolat fungi secara makroskopis dan mikroskopis. Identifikasi secara makroskopis meliputi pengamatan warna koloni, bentuk koloni, tipe permukaan koloni, tipe miselium, ukuran koloni, dan ada tidaknya ciri khusus berupa titik air, garis radial dan lingkaran konsentris. Identifikasi secara mikroskopis dengan mengamati hifa, ada tidaknya sekat, struktur reproduksi baik seksual maupun aseksual. Pengamatan mikroskopis menggunakan teknik mikrokultur (*Slide culture*). Prosedur pembuatan mikrokultur (*Slide culture*) menggunakan cawan petri yang berisi tisu berbentuk bundar dan meneteskan aquades steril. Penetesan aquades steril untuk memberikan kelembaban yang optimum bagi pertumbuhan jamur (Gusnawaty dkk., 2014). Memberikan dua buah tusuk gigi steril dan meletakkan kaca benda. Meletakkan potongan medium diatas kaca benda lalu menginokulasikan isolat fungi di medium dan menutupnya dengan kaca penutup. Menginkubasikan mikrokultur (*Slide culture*) selama 3 hari pada suhu ruangan. Menetesi lactofenol cotton blue di isolat hasil slide kultur sebagai pewarna lalu melakukan pengamatan dibawah mikroskop (Adzima dkk., 2013). Membandingkan hasil dari pengamatan mikroskopis dengan buku kunci identifikasi H.L. Barnet dan Barry B. Hunter.

i. Uji fermentasi gula

Uji fermentasi glukosa ini berguna untuk membantu dalam tahap identifikasi fungi. Gula yang digunakan meliputi glukosa, sukrosa dan fruktosa. Menginokulasikan isolat fungi yang mampu mendegradasi selulosa ke medium fermentasi gula. Melakukan pengamatan setiap hari untuk mengamati perubahan warna. Hasil yang positif dengan adanya perubahan warna medium menjadi kekuningan.

3.7 Penyusunan Buku Karya Ilmiah Populer

Tahapan penyusunan buku karya ilmiah populer yang dilakukan sebagai berikut:

a. Tahap pendefinisian

Tahap pendefinisian bertujuan untuk menetapkan dan mendefinisikan syarat- syarat penyampaian informasi atau publikasi buku kepada sasaran. Penentuan dan penetapan syarat-syarat tersebut diawali dengan analisis tujuan

b. Tahap perancangan dan pembuatan buku

Tahap perancangan bertujuan untuk menyiapkan rancangan produk buku yang akan disusun dan dikembangkan. Buku karya ilmiah populer yang akan disusun sesuai dengan outline sebagai berikut:

- a. Sampul judul
- b. Halaman judul
- c. Kata pengantar
- d. Daftar isi
- e. Bagian 1. Pendahuluan
- f. Bagian 2. Limbah Sayuran
- g. Bagian 3. Fungi
- h. Bagian 4. Fungi Selulolitik
- i. Bagian 5. Penutup
- j. Daftar Pustaka
- k. Glosarium
- l. Indeks

3.8 Analisis Data

3.8.1 Analisis Data Penelitian

Analisis data penelitian ini berupa analisis kualitatif dengan pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis isolat fungi selulolitik di limbah sayuran pasar Tanjung Kabupaten Jember. Zona bening di sekitar koloni menunjukkan bahwa fungi tersebut merupakan fungi selulolitik. Penentuan indeks potensi selulolitik melalui nilai nisbah antara diameter zona bening dengan diameter koloni.

3.8.2 Analisis Validasi Buku Karya Ilmiah Populer

Validasi buku karya ilmiah populer oleh 4 validator yaitu, 1 dosen Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember sebagai ahli materi, 1 dosen

Pendidikan Biologi sebagai ahli media, dan 2 orang (mahasiswa dan masyarakat) sebagai sampel uji keterbacaan produk.

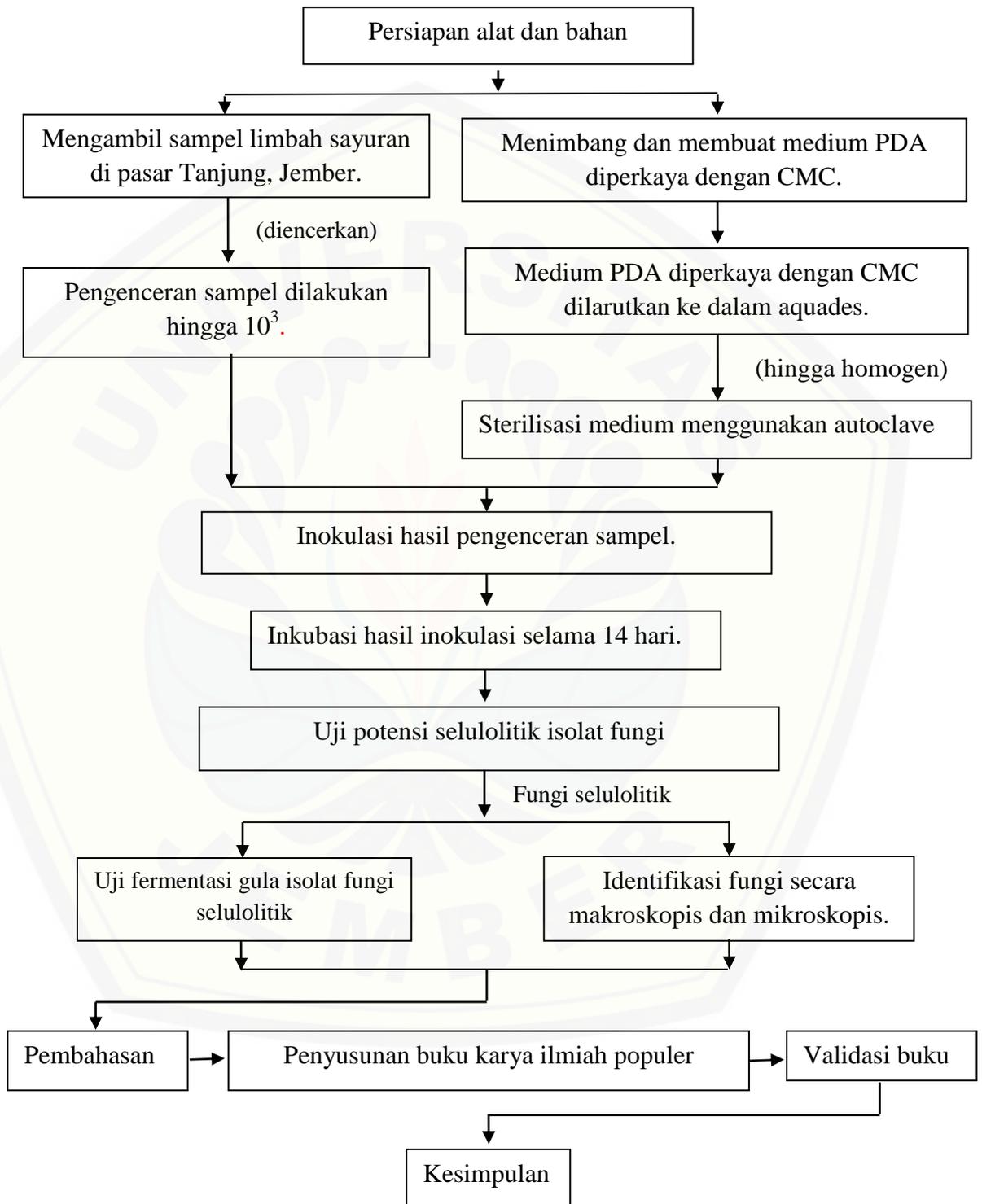
Tahap selanjutnya yaitu mengubah data persentase penilaian menjadi data kuantitatif deskriptif menggunakan kriteria validasi seperti pada Tabel 3.1. melakukan publikasi buku karya ilmiah populer jika mencapai nilai lebih dari 71%.

Tabel 3.1 Kualifikasi Kelayakan Buku Karya Ilmiah Populer

No.	Nilai	Kualifikasi	Keputusan
1.	81 % - 100 %	Sangat layak	Semua item yang dinilai sangat sesuai dan tidak ada kekurangan dengan karya ilmiah populer sehingga dapat digunakan sebagai buku bacaan masyarakat.
2.	71 % - 80 %	Layak	Semua item pada unsur yang dinilai sesuai, meskipun ada sedikit kekurangan dan perlu pembenaran pada produk ini, namun tetap dapat digunakan sebagai buku bacaan masyarakat.
3.	61 % - 70 %	Cukup layak	Semua item pada unsur yang dinilai kurang sesuai, dan ada sedikit atau banyak kekurangan pada produk ini dan perlu pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku bacaan masyarakat.
4.	51 % - 60 %	Kurang layak	Masing-masing item pada unsur yang dinilai tidak sesuai, dan ada kekurangan pada produk ini sehingga sangat dibutuhkan pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku bacaan masyarakat.

(Dimodifikasi dari Sujarwo, 2006)

3.8 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Alur penelitian

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

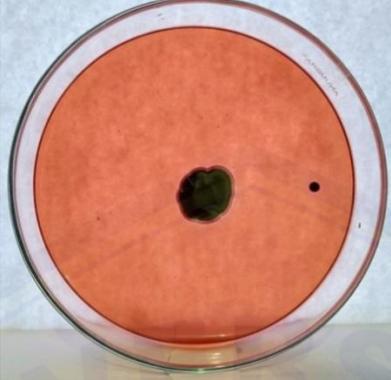
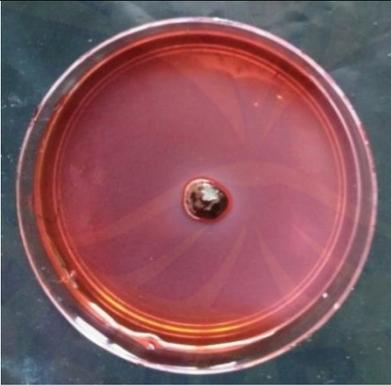
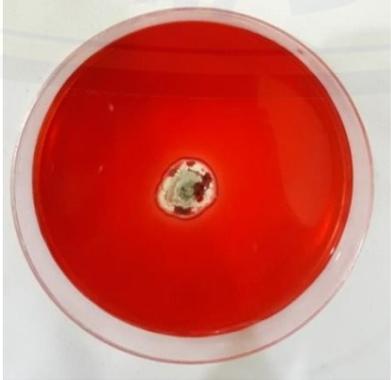
Penelitian tentang uji potensi selulolitik isolat fungi limbah sayuran di Pasar Tanjung Kabupaten telah dilaksanakan pada 8 November 2018 hingga 19 Juni 2019 di Laboratorium Genetika Mikrobiologi dan Bioteknologi (GeMBio) Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif eksploratif yaitu dengan cara mengambil sampel limbah sayuran di Pasar Tanjung Kabupaten Jember. Sampel yang telah diperoleh diuji untuk mengetahui kemampuan selulolitiknya. Sampel yang memiliki kemampuan selulolitik kemudian diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis serta uji fermentasi gula meliputi glukosa, sukrosa dan fruktosa. Hasil penelitian yang diperoleh dapat diuraikan sebagai berikut :

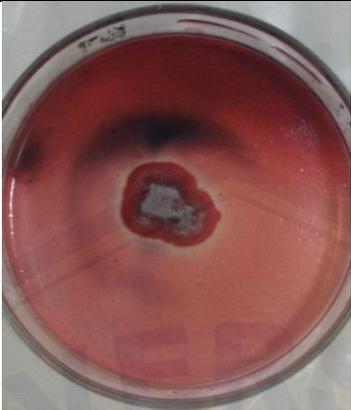
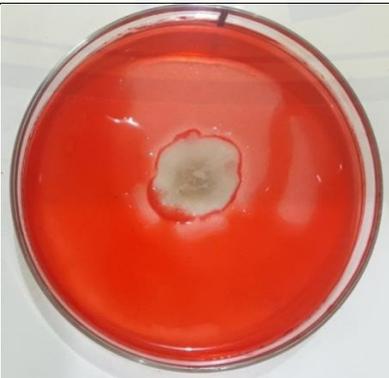
4.1.1 Hasil Uji Potensi Selulolitik

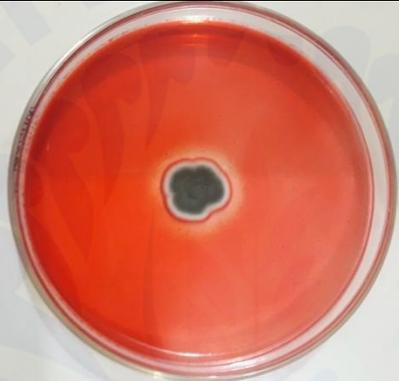
Isolat fungi yang diperoleh dari sampel limbah sayuran di Pasar Tanjung Kabupaten Jember sejumlah 13 isolat namun yang memiliki kemampuan selulolitik 12 isolat. Berikut ini hasil uji potensi selulolitik yang dapat diketahui berdasarkan adanya zona bening yang terbentuk (Tabel 4.1).

Tabel 4.1 Hasil uji potensi selulolitik isolat fungi limbah sayuran

No.	Kode isolat	Gambar	Diameter koloni	Diameter zona bening
1	I.1		1,1 cm	0,22 cm

No.	Kode isolat	Gambar	Diameter koloni	Diameter zona bening
2	I.2		1,0 cm	0,20 cm
3	I.3		0,57 cm	0,82 cm
4	I.4		1,12 cm	0,93 cm
5	I.6		1,57 cm	0,17 cm

No.	Kode isolat	Gambar	Diameter koloni	Diameter zona bening
6	I.7		2,5 cm	0,30 cm
7	I.8		2,4 cm	0,45 cm
8	I.9		1,2 cm	0,40 cm
9	I.10		2,24 cm	0,52 cm

No.	Kode isolat	Gambar	Diameter koloni	Diameter zona bening
10	I.11		1,39 cm	0,48 cm
11	I.12		1,83 cm	0,35 cm
12	I.13		1,21 cm	0,42 cm

4.1.2 Hasil Identifikasi Isolat Fungi Selulolitik

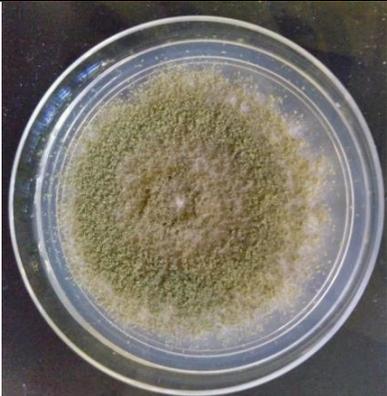
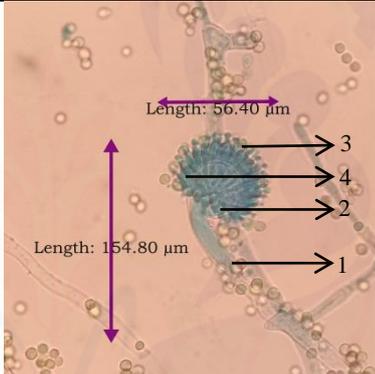
a. Karakterisasi Isolat Fungi Selulolitik Secara Makroskopis dan Mikroskopis

Karakterisasi secara makroskopis meliputi pengamatan warna koloni, bentuk koloni, tipe permukaan koloni, tipe miselium dan ciri khusus yang tampak.

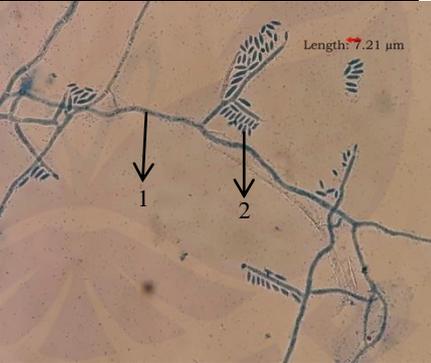
Pengamatan warna koloni berdasarkan warna permukaan dan warna dasar koloni. Pengamatan ciri khusus yang dimiliki isolat berupa titik air, lingkaran konsentris dan garis radial. Pengamatan makroskopis dilakukan hingga fungi berumur 13 hari.

Karakterisasi secara mikroskopis isolat fungi selulolitik dengan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400x. Fungi selulolitik yang diamati berusia 5-7 hari. Hasil karakterisasi isolat fungi selulolitik secara mikroskopis dan makroskopis pada Tabel 4.2.

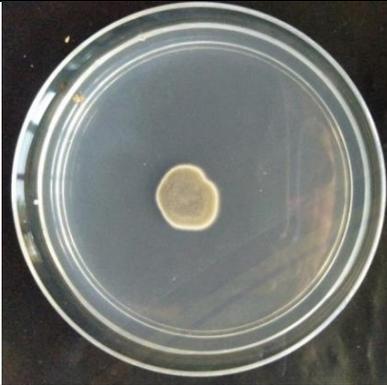
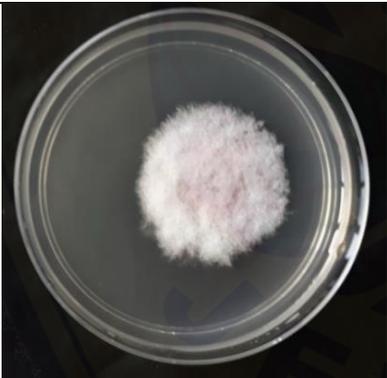
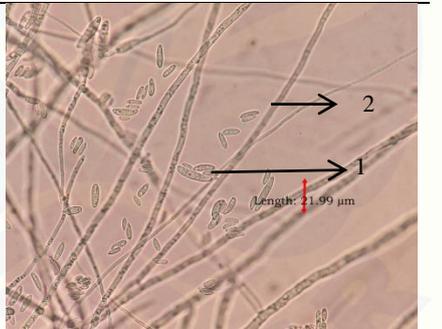
Tabel 4.2 Karakterisasi makroskopis dan mikroskopis

Gambar Hasil Pengamatan		Deskripsi dan Nama Spesies
Makroskopis	Mikroskopis	
I.1	I.1	<p>Deskripsi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Koloni saat awal pertumbuhan berwarna putih kehijauan dan saat mulai tua berwarna hijau dengan tekstur permukaan bergranula. • Konidiofor tidak memiliki sekat. Fialid menempel pada vesikula. • Konidia berbentuk bulat. <p>Nama spesies: <i>Aspergillus</i> sp.</p>
	 <p style="text-align: center;">Perbesaran 400x</p>	
<p>Keterangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Warna koloni = hijau • Bentuk koloni = bulat tidak teratur • Tipe permukaan koloni = bergranula • Tipe miselium = menyebar tidak teratur • Ciri khusus = 		<p>Keterangan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Konidiofor 2. Vesikula 3. Fialid 4. Konidia

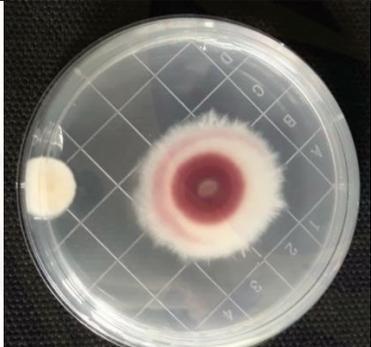
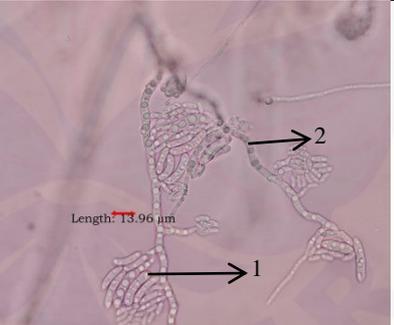
Gambar Hasil Pengamatan

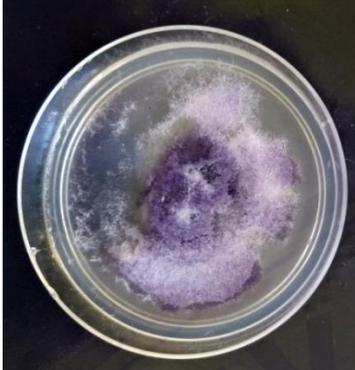
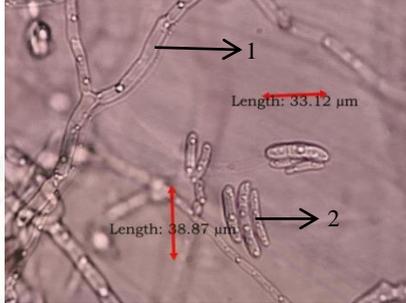
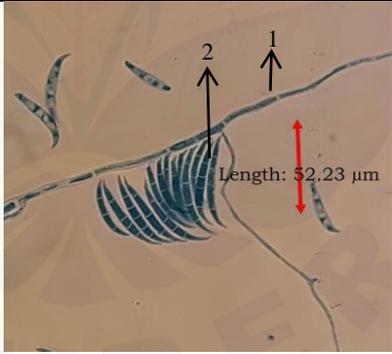
Makroskopis	Mikroskopis	Deskripsi dan Nama Spesies
I.2	I.2	Deskripsi:
		<ul style="list-style-type: none"> • Awal pertumbuhan koloni berwarna putih lalu semakin lama berwarna ungu. • Konidia tidak memiliki sekat dan berbentuk silindris.
<p>Keterangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Warna koloni = putih bagian tepi dan ungu bagian tengah • Bentuk koloni = bulat • Tipe permukaan koloni = berserat • Tipe miselium = menyebar tidak teratur • Ciri khusus = 	<p>Perbesaran 400x</p> <p>Keterangan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Konidia 2. Hifa 	<p>Nama spesies: <i>Colletotrichum bannaense</i></p>
I.3	I.3	Deskripsi:
		<ul style="list-style-type: none"> • Koloni memiliki hifa aerial yang berwarna putih dan berubah menjadi keunguan. • Hifa yang bersekat. • Konidia bersel tunggal dan berbentuk oval.
<p>Keterangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Warna koloni = putih keunguan • Bentuk koloni = bulat menggunung tidak teratur • Tipe permukaan koloni = berserat • Tipe miselium = menyebar tidak merata • Ciri khusus = 	<p>Perbesaran 400x</p> <p>Keterangan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hifa 2. Konidia 	<p>Nama Spesies: <i>Fusarium oxysporium</i></p>

Gambar Hasil Pengamatan

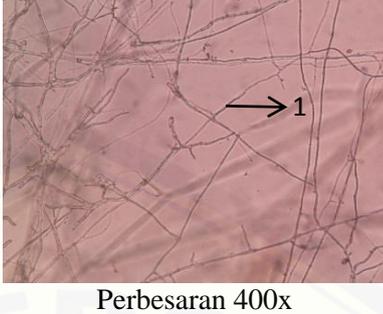
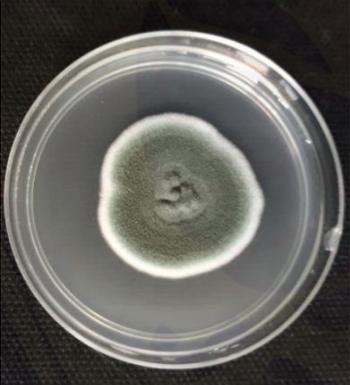
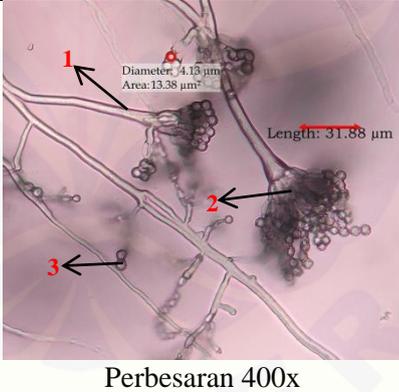
Makroskopis	Mikroskopis	Deskripsi dan Nama Spesies
<p data-bbox="483 376 520 405">I.4</p> 	<p data-bbox="900 376 936 405">I.4</p>  <p data-bbox="820 757 1018 786">Perbesaran 400x</p>	<p data-bbox="1153 376 1283 405">Deskripsi:</p> <ul data-bbox="1153 412 1402 790" style="list-style-type: none"> • Koloni berwarna hijau dengan tepi putih dan tidak memiliki hifa aerial. • Konidiofor tinggi. • Konidia berbentuk bulat panjang memipih seperti lemon.
<p data-bbox="316 790 464 819">Keterangan:</p> <ul data-bbox="316 826 679 1099" style="list-style-type: none"> • Warna koloni = Hijau dan bagian tepi putih • Bentuk koloni = hijau menggunung • Tipe permukaan koloni = seperti beludru • Tipe miselium = menyebar tidak teratur <p data-bbox="316 1106 475 1135">Ciri khusus =</p>	<p data-bbox="711 790 860 819">Keterangan:</p> <ol data-bbox="762 826 948 891" style="list-style-type: none"> 1. Konidia 2. Konidiofor 	<p data-bbox="1153 853 1337 882">Nama Spesies:</p> <p data-bbox="1153 889 1326 954"><i>Cladosporium limoniforme</i></p>
<p data-bbox="483 1133 520 1162">I.6</p> 	<p data-bbox="900 1133 936 1162">I.6</p>  <p data-bbox="820 1503 1018 1532">Perbesaran 400x</p>	<p data-bbox="1153 1133 1283 1162">Deskripsi:</p> <ul data-bbox="1153 1169 1402 1547" style="list-style-type: none"> • Koloni yang berwarna putih pada awal pertumbuhan dan berubah menjadi keunguan. • Konidia berbentuk bulat dan tidak bersekat.
<p data-bbox="316 1547 464 1576">Keterangan:</p> <ul data-bbox="316 1583 679 1890" style="list-style-type: none"> • Warna koloni = putih keunguan • Bentuk koloni = tebal bulat tidak teratur • Tipe permukaan koloni = berserat • Tipe miselium = menyebar teratur • Ciri khusus = 	<p data-bbox="711 1547 860 1576">Keterangan:</p> <ol data-bbox="762 1583 911 1648" style="list-style-type: none"> 1. Konidia 2. Hifa 	<p data-bbox="1153 1583 1337 1612">Nama Spesies:</p> <p data-bbox="1153 1619 1299 1684"><i>Neofabraea malicorticis</i></p>

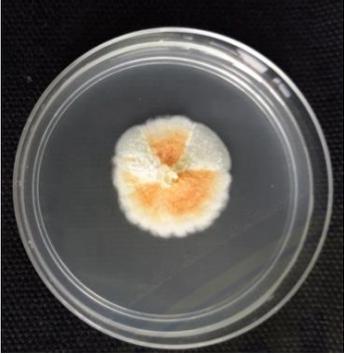
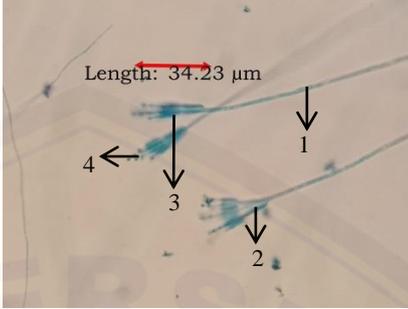
Gambar Hasil Pengamatan

Makroskopis	Mikroskopis	Deskripsi dan Nama Spesies
<p data-bbox="485 376 523 405">I.7</p> 	<p data-bbox="898 376 936 405">I.7</p>  <p data-bbox="820 741 1023 770">Perbesaran 400x</p>	<p data-bbox="1150 376 1283 405">Deskripsi:</p> <ul data-bbox="1150 416 1390 719" style="list-style-type: none"> • Koloni berwarna putih saat awal pertumbuhan dan berubah menjadi ungu. • Hifa yang bersekat. • Konidia berbentuk ellips.
<p data-bbox="316 790 464 819">Keterangan:</p> <ul data-bbox="316 831 687 1099" style="list-style-type: none"> • Warna koloni = putih keunguan • Bentuk koloni = bulat tidak teratur • Tipe permukaan koloni = berserat • Tipe miselium = menyebar • Ciri khusus = 	<p data-bbox="727 790 863 819">Keterangan:</p> <ol data-bbox="762 831 911 891" style="list-style-type: none"> 1. Hifa 2. Konidia 	<p data-bbox="1150 752 1342 786">Nama Spesies:</p> <p data-bbox="1150 790 1342 853"><i>Colletotrichum acutatum</i></p>
<p data-bbox="485 1137 523 1167">I.8</p> 	<p data-bbox="898 1137 936 1167">I.8</p>  <p data-bbox="820 1496 1023 1525">Perbesaran 400x</p>	<p data-bbox="1150 1137 1283 1171">Deskripsi:</p> <ul data-bbox="1150 1182 1390 1585" style="list-style-type: none"> • Koloni putih dibagian tepi dan ungu dibagian tengah. • Makrokonidia berbentuk gelondong dengan ujung agak tumpul dan sekat berjumlah 3. • Hifa bersekat.
<p data-bbox="316 1529 464 1559">Keterangan:</p> <ul data-bbox="316 1570 687 1877" style="list-style-type: none"> • Warna koloni = putih keunguan • Bentuk koloni = bulat tidak teratur • Tipe permukaan koloni = berserat • Tipe miselium = menyebar tidak teratur • Ciri khusus = 	<p data-bbox="727 1529 863 1559">Keterangan:</p> <ol data-bbox="762 1570 911 1637" style="list-style-type: none"> 1. Konidia 2. Hifa 	<p data-bbox="1150 1619 1342 1653">Nama spesies:</p> <p data-bbox="1150 1657 1342 1720"><i>Fusarium graminearum</i></p>

Gambar Hasil Pengamatan		Deskripsi dan Nama Spesies
Makroskopis	Mikroskopis	
I.9	I.9	<p>Deskripsi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Koloni memiliki hifa aerial yang berwarna putih dan berubah menjadi keunguan. • Hifa bersekat. • Makrokonidia berbentuk gelondong dan memiliki sekat berjumlah 3. <p>Nama Spesies: <i>Fusarium oxysporium</i></p>
	 Perbesaran 400x	
<p>Keterangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Warna koloni = putih bagian tepi dan ungu bagian tengah • Bentuk koloni = bulat menggunung tidak teratur • Tipe permukaan koloni = berserat • Tipe miselium = menyebar tidak teratur • Ciri khusus = 		<p>Keterangan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Makrokonidia 2. Hifa
I.10	I.10	<p>Deskripsi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Koloni berwarna putih bagian tepi dan kecoklatan bagian tengah. • Hifa bersekat. • Makrokonidia memiliki sekat berjumlah 3 hingga 5 dengan tepi meruncing. <p>Nama Spesies: <i>Fusarium kotabaruense</i></p>
	 Perbesaran 400x	
<p>Keterangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Warna koloni = putih kecoklatan • Bentuk koloni = bulat tidak teratur • Tipe permukaan koloni = berserat • Tipe miselium = menyebar tidak teratur • Ciri khusus = 		<p>Keterangan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hifa 2. Makrokonidia

Gambar Hasil Pengamatan

Makroskopis	Mikroskopis	Deskripsi dan Nama Spesies
I.11	I.11	
	 <p data-bbox="820 692 1018 723">Perbesaran 400x</p>	
<p data-bbox="316 786 464 817">Keterangan:</p> <ul data-bbox="316 822 678 1093" style="list-style-type: none"> • Warna koloni = putih • Bentuk koloni = bulat menggunung tidak teratur • Tipe permukaan koloni = seperti kapas • Tipe miselium = menyebar tidak teratur • Ciri khusus = 	<p data-bbox="715 786 863 817">Keterangan:</p> <ol data-bbox="715 822 863 851" style="list-style-type: none"> 1. Hifa 	
I.12	I.12	Deskripsi:
	 <p data-bbox="820 1494 1018 1525">Perbesaran 400x</p>	<ul data-bbox="1150 1133 1377 1507" style="list-style-type: none"> • Awal pertumbuhan koloni berwarna putih lalu berubah menjadi hijau. • Fialid agak pendek dengan bentuk silindris. • Konidia berbentuk bulat.
<p data-bbox="316 1529 464 1561">Keterangan:</p> <ul data-bbox="316 1565 678 1904" style="list-style-type: none"> • Warna koloni = hijau bagian tengah dan putih bagian tengah • Bentuk koloni = bulat menggunung tidak teratur • Tipe permukaan koloni = bergranula • Tipe miselium = menyebar tidak teratur • Ciri khusus = 	<p data-bbox="715 1529 863 1561">Keterangan:</p> <ol data-bbox="715 1565 948 1659" style="list-style-type: none"> 1. Konidiofor 2. Fialid 3. Konidia 	<p data-bbox="1150 1543 1331 1576">Nama spesies:</p> <p data-bbox="1150 1581 1386 1608"><i>Penicillium viticola</i></p>

Gambar Hasil Pengamatan		Deskripsi dan Nama Spesies
Makroskopis	Mikroskopis	
I.13	I.13	Deskripsi: <ul style="list-style-type: none"> • Koloni berwarna jingga cerah dan putih dengan bagian tengah menonjol. • Konidiofor bersekat. • Metula bercabang 2. • Sterigma bercabang 3. Nama spesies: <i>Talaromyces flavus</i>
	 <p>Perbesaran 400x</p>	
Keterangan: <ul style="list-style-type: none"> • Warna koloni = putih dan jingga • Bentuk koloni = bulat tidak teratur • Tipe permukaan koloni = seperti beludru • Tipe miselium = menyebar tidak teratur • Ciri khusus = lingkaran konsentris pada bagian dasar koloni dan terbentuk titik air 		Keterangan: <ol style="list-style-type: none"> 1. Konidiofor 2. Metula 3. Sterigma 4. Konidia

Berdasarkan tabel hasil pengamatan 4.2 secara makroskopis isolat yang ditemukan memiliki perbedaan pada warna koloni, bentuk koloni, tipe permukaan koloni, tipe miselium, ciri khusus berupa ada tidaknya titik air, garis radial dan lingkaran konsentris. Kecepatan pertumbuhan isolat dengan mengukur diameter isolat. Isolat yang ditemukan yang memiliki karakteristik warna koloni putih keunguan, hijau dan jingga. Umumnya isolat yang ditemukan memiliki bentuk bulat tidak teratur dengan bagian tengah yang warnanya berbeda. Ada beberapa isolat yang memiliki ciri khusus seperti adanya titik air, terbentuknya lingkaran konsentris. Selain itu kecepatan pertumbuhan koloni juga memiliki variasi yang berbeda, beberapa isolat yang memiliki kecepatan pertumbuhan yang lambat, pada hari ke-13 memiliki diameter mencapai 2,9 cm namun beberapa koloni dapat dikategorikan memiliki kecepatan pertumbuhan yang cepat karena pada hari ke-13 diameter mencapai 4,8 cm.

Berdasarkan tabel hasil pengamatan 4.2 secara mikroskopis, dapat diketahui bahwa beberap isolat yang tidak dapat teridentifikasi merupakan isolat yang tidak menunjukkan adanya spora atau konidia, sehingga hal ini menyebabkan isolat sulit untuk diidentifikasi. Isolat yang ditemukan pada umumnya tidak memiliki rhizoid dan spora dalam keadaan terbuka. Selain itu, isolat yang ditemukan dominan memiliki tipe hifa yang bersekat. Hasil deskripsi pengamatan secara mikroskopis disajikan dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Deskripsi pengamatan mikroskopis

Kode Isolat	Ada Tidaknya Spora / Konidia	Rhizoid	Tipe Hifa	Bentuk Spora/ Konidia	Nama Isolat
I.1	Ada	Tidak ada	Bersekat	Bulat	<i>Aspergillus</i> sp.
I.2	Ada	Tidak ada	Bersekat	Bulat memanjang	<i>Colletotrichum bannaense</i>
I.3	Ada	Tidak ada	Bersekat	Bulat memanjang	<i>Fusarium oxysporium</i>
I.4	Ada	Tidak ada	Bersekat	Bulat memipih panjang	<i>Cladosporium limoniforme</i>
I.6	Ada	Tidak ada	Bersekat	Bulat memanjang	<i>Neofabraea malicorticis</i>
I.7	Ada	Tidak ada	Bersekat	Bulat memanjang	<i>Colletotrichum acutatum</i>
I.8	Ada	Tidak ada	Bersekat	Bulat memanjang	<i>Fusarium graminearum</i>
I.9	Ada	Tidak ada	Bersekat	Bulat memanjang	<i>Fusarium oxysporium</i>
I.10	Ada	Tidak ada	Bersekat	Melengkung seperti bulan sabit	<i>Fusarium kotabaruense</i>
I.11	Tidak ada	Tidak ada	Tidak bersekat	-	Tidak teridentifikasi
I.12	Ada	Tidak ada	Bersekat	Bulat	<i>Penicillium viticola.</i>
I.13	Ada	Tidak ada	Bersekat	Bulat	<i>Talaromyces flavus</i>

4.1.3 Hasil Uji Fermentasi Gula

Uji fermentasi gula fungi selulolitik yang telah diperoleh berguna dalam membantu proses identifikasi fungi. Uji fermentasi gula meliputi 3 macam gula yaitu glukosa, sukrosa dan fruktosa. Uji ini membutuhkan masa inkubasi selama 7 hari dan indikator positif uji ini adalah perubahan warna medium. Hasil uji fermentasi gula disajikan dalam Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Hasil uji fermentasi gula

Kode isolat	Uji fermentasi gula			Ciri pertumbuhan pada medium cair
	Glukosa	Sukrosa	Fruktosa	
I.1	+	+	+	Tumbuh di permukaan
I.2	-	-	-	Tumbuh di permukaan
I.3	+	-	-	Tumbuh di permukaan
I.4	-	-	+	Tumbuh di permukaan
I.6	-	-	-	Tumbuh di permukaan
I.7	+	+	+	Tumbuh di dasar
I.8	+	+	+	Tumbuh di dasar
I.9	+	-	-	Tumbuh di permukaan
I.10	+	+	+	Tumbuh di permukaan
I.11	+	+	+	Tumbuh di permukaan
I.12	+	+	+	Tumbuh di permukaan
I.13	+	+	+	Tumbuh di permukaan

4.1.4 Hasil Uji Validasi Buku Ilmiah Populer

Hasil penelitian tentang uji potensi selulolitik isolat fungi limbah sayuran di pasar Tanjung kabupaten Jember untuk penyusunan buku karya ilmiah populer. Kelayakan karya ilmiah populer yang disusun berupa buku diketahui dengan melakukan uji validasi. Uji validasi buku dilakukan oleh 4 validator yaitu 2 dosen FKIP Pendidikan Biologi sebagai ahli materi dan ahli media serta mahasiswa dan masyarakat. Adapun hasil uji validasi buku ilmiah populer yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut:

Tabel 4.5 Hasil Uji Validasi Buku Ilmiah Populer

Responden	Total Skor	Nilai Validasi (%)	Kategori
Dosen Biologi 1 Ahli Materi	44	78,57	Layak
Dosen Biologi 1 Ahli Media	43	77,01	Layak
Mahasiswa	71	84,52	Sangat Layak
Masyarakat	72	85,71	Sangat Layak
Rerata		81,45	Sangat Layak

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat diketahui bahwa dosen ahli materi memberikan nilai validasi sebesar 78,57%,. Nilai validasi dari dosen ahli media sebesar 77,01%. Hasil validasi dari mahasiswa sebesar 84,52% serta masyarakat memberikan nilai validasi rata-rata sebesar 85,71%. Sedangkan rerata skor dari kelima validator sebesar 81,45% yang menunjukkan bahwa buku ilmiah populer ini sangat layak.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Isolat Fungi Selulolitik

Fungi selulolitik memiliki kemampuan untuk menghidrolisis selulosa alami melalui aktivitas selulase yang dimilikinya (Hasanah dan Saskiawan, 2015). Aktivitas selulosa yang dimiliki dapat diketahui dengan terbentuknya zona bening pada medium PDA diperkaya CMC yang telah ditetesi dengan congo red. Berdasarkan Subowo (2012), zona bening yang terbentuk disekitar koloni fungi merupakan hasil degradasi CMC oleh enzim selulase. Besar kecilnya zona bening juga merupakan indikasi awal besar kecilnya aktifitas enzim selulase yang dihasilkan.

Hasil isolasi fungi dari limbah sayuran di pasar Tanjung kabupaten Jember sebanyak 13 isolat fungi namun yang tergolong fungi selulolitik sebanyak 12 isolat. Isolat fungi memiliki hasil diameter zona bening yang berbeda-beda. Isolat fungi yang memiliki diameter zona bening paling besar yaitu I.10 (*Fusarium kotabaruense*) dan isolat fungi yang memiliki diameter zona bening paling kecil yaitu I.6 (*Neofabraea malicorticis*).

4.2.2 Identifikasi Fungi Selulolitik

Isolat fungi yang telah ditemukan selanjutnya melalui tahapan identifikasi. Identifikasi isolat dianalisa berdasarkan karakter makroskopis dan mikroskopis. Karakter makroskopis mencakup warna koloni, bentuk koloni, tipe permukaan koloni, tipe miselium, diameter koloni, ciri khusus ada tidaknya titik air, lingkaran konsentris dan garis radial. Sedangkan karakter mikroskopis ditentukan dari ada tidaknya sekat pada hifa, bentuk konidia, konidiofor serta ciri khusus lainnya.

Identifikasi fungi selain dengan melakukan pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis dilakukan pula uji fermentasi gula. Uji fermentasi gula merupakan salah satu uji biokimia yang digunakan untuk membantu identifikasi. Uji fermentasi gula mencakup 3 jenis gula yaitu glukosa, sukrosa dan fruktosa. Hasil positif ditunjukkan dengan adanya perubahan warna menjadi warna jingga hingga kuning. Perubahan warna ini terjadi karena aktivitas fungi

memfermentasi gula sehingga menghasilkan asam dan menyebabkan terjadinya perubahan warna pada medium (Suryaningsih dkk., 2018).

Hasil identifikasi dari total 12 isolat fungi selulolitik, sebanyak 11 isolat dapat diidentifikasi dan 1 isolat belum dapat diidentifikasi. Isolat yang belum dapat diidentifikasi disebabkan karena ciri makroskopis dan mikroskopis yang dijadikan sebagai acuan dalam identifikasi tidak menunjukkan karakteristik dari suatu genus. Isolat tersebut tidak menunjukkan sistem reproduksi sehingga proses identifikasi sulit untuk dilakukan. Menurut Akmalasari (2013) ciri makroskopis dapat menunjukkan karakter penanda dalam menentukan suatu genus pada fungi. Penegasan dalam menentukan suatu spesies dapat dilakukan dengan melakukan pengamatan mikroskopis dan uji lanjut lainnya. Isolat yang ditemukan yaitu *Aspergillus* sp. (kode isolat I.1), *Colletotrichum bannaense* (kode isolat I.2), *Fusarium oxysporium* (kode isolat I.3), *Cladosporium limoniforme* (kode isolat I.4), *Neofabraea malicorticis* (kode isolat I.6), *Colletotrichum acutatum* (kode isolat I.7), *Fusarium graminearum* (kode isolat I.8), *Fusarium oxysporum* (kode isolat I.9), *Fusarium kotabaruense* (kode isolat I.10), *Penicillium viticola* (kode isolat I.12), *Talaromyces flavus* (kode isolat I.13) dan 1 isolat fungi yang tidak teridentifikasi yaitu I.11.

Isolat fungi dengan kode I.1 merupakan fungi *Aspergillus* sp. Fungi *Aspergillus* sp. merupakan spesies dari kelas Eurotiomycetes. Enzim selulase dapat dihasilkan oleh mikroorganisme. Salah satu mikroorganisme yang dapat memproduksi enzim selulose yaitu fungi dari genus *Aspergillus* (Andhikawati dkk., 2014). Enzim selulose yang berasal dari genus *Aspergillus* yaitu enzim β -glukosidase (Andhikawati dkk., 2014). Isolat *Aspergillus* sp. juga memiliki kemampuan untuk memfermentasikan gula. Hasil uji gula menunjukkan bahwa fungi *Aspergillus* sp. mampu untuk memfermentasi ketiga jenis gula yang diujikan.

Isolat fungi *Aspergillus* sp. dengan kode isolat I.1 ini memiliki warna hijau dengan margin berwarna putih dan bentuk koloni tidak teratur. Tipe permukaan koloni bergranula. Tipe miselium pada pengamatan mikroskopis berseptata. Sagala (2015) menyatakan bahwa ciri umum *Aspergillus* sp. memiliki tangkai konidiofor

bening, ber dinding tebal dan menyolok. Kepala konidia berbentuk kolumnar, kemudian merekah menjadi kolom-kolom yang terpisah. Vesikula berbentuk bulat hingga semibulat. Fialid terbentuk langsung pada vesikula atau pada metula. Konidia berbentuk bulat hingga semibulat. Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa tangkai konidiofor bening. Vesikula berbentuk bulat dan fialid yang langsung menempel pada vesikula. Konidia berbentuk bulat.

Isolat fungi dengan kode isolat I.2 merupakan fungi *Colletotrichum bannaense* dan isolat fungi dengan kode I.7 merupakan fungi *Colletotrichum acutatum*. Kedua isolat fungi tersebut diklasifikasikan ke jenis fungi *Ascomycete* dan termasuk ke dalam famili *Phyllachoraceae*. Kedua fungi tersebut termasuk fungi yang bersifat patogen pada tanaman (Peres dkk., 2005). *Colletotrichum acutatum* (kode isolat I.7) merupakan salah satu fungi selulolitik yang memiliki kemampuan menguraikan selulosa. *Colletotrichum acutatum* memiliki enzim selulose yaitu enzim β -glukosidase dan enzim selabiose. *Colletotrichum acutatum* memiliki hifa yang bersepta. Warna koloni ungu dengan bagian margin putih. Bentuk koloni tidak teratur dengan tipe permukaan berserat. Isolat fungi ini merupakan fungi aerobik yang ditandai dengan tumbuh pada permukaan medium cair. Isolat fungi ini mampu memfermentasikan ketiga jenis gula sehingga isolat fungi ini tidak hanya memiliki enzim yang mampu menguraikan selulosa saja namun memiliki enzim yang mampu menguraikan ketiga jenis gula. Hal tersebut menunjukkan bahwa fungi ini kurang efektif untuk menguraikan selulosa.

Kode isolat I.2 yaitu *Colletotrichum bannaense* memiliki konidia yang tidak memiliki sekat dan berbentuk ellips hingga silindris (Liu dkk., 2018). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa konidia juga tidak memiliki septa dan berbentuk silindris. Warna koloni ungu dengan tepi putih sedangkan berdasarkan Liu dkk. (2018), pada awal pertumbuhan, koloni berwarna putih lalu berubah menjadi ungu kemerahan. Bentuk koloni bulat dan tipe permukaan berserat. Tipe miselium menyebar tidak teratur dan tidak memiliki ciri khusus. Isolat fungi ini tidak mampu untuk memfermentasikan jenis gula sehingga cukup efektif untuk menguraikan selulosa. Isolat Isolat fungi ini merupakan fungi aerobik yang ditandai dengan tumbuh pada permukaan medium cair.

Isolat fungi yang memiliki ciri makroskopis dan mikroskopis yang hampir sama yaitu I.3, I.8, I.9 dan I.10. Berdasarkan pengamatan ketiga fungi tersebut termasuk dalam genus *Fusarium*. *Fusarium* yang dikultur di medium Potato Dextrosa Agar (PDA), mula-mula miselium berwarna putih, semakin tua warna menjadi kuning pucat, dalam keadaan tertentu berwarna merah muda agak ungu. Miselium bersekat dan membentuk percabangan (Wahyuni dan Noviani, 2019).

Isolat I.3 dan I.9 merupakan fungi *Fusarium oxysporum*. *Fusarium oxysporum* memiliki enzim selulose yaitu enzim β -glukosidase yang mampu bekerja secara optimum pada pH 5 dengan rentang pH 4-9 (Olajuyigbe dkk., 2016). Hal tersebut menyebabkan isolat fungi I.3 dan I.9 mampu tumbuh di medium yang diperkaya CMC dan menunjukkan adanya zona bening. Namun, isolat fungi ini hanya mampu memfermentasikan gula jenis glukosa dan tidak mampu memfermentasikan gula jenis sukrosa dan fruktosa sehingga fungi ini cukup efektif untuk menguraikan selulosa. Isolat fungi ini merupakan fungi aerobik yang ditandai dengan tumbuh pada permukaan medium cair.

Koloni fungi I.3 dan I.9 tumbuh dengan cepat pada medium PDA. Koloni memiliki hifa aerial yang berwarna putih dengan cepat menjadi berwarna kemerahan, ungu atau muncul warna biru pada sklerotium ketika terbentuk dalam jumlah yang banyak (Sutejo dkk., 2008). Pengamatan makroskopis isolat fungi I.3 dan I.9 berwarna ungu dengan margin koloni berwarna putih. Tipe miselium berserat dengan bentuk koloni bulat menggunung tidak teratur. Pengamatan mikroskopis hanya memiliki sekat berjumlah 3 dan yang terlihat hanya makrokonidia dengan hifa bersekat. Menurut Sutejo dkk. (2008) mikrokonidia terbentuk sangat banyak, pada umumnya bersel tunggal, berbentuk oval sampai ginjal dan terbentuk pada *false head*. Makrokonidia sangat melimpah, dinding tebal dan halus, dengan apikal sel yang runcing dan *foot-shaped* (menukik) pada bagian sel bawahnya. Monofialid bercabang atau tidak bercabang. Monofialid yang mengikat mikrokonidia sangat pendek

Isolat fungi yang berasal dari genus *Fusarium* dengan kode I.8 merupakan *Fusarium graminearum*. Koloni *Fusarium graminearum* pada saat muda berwarna putih (Kumaji, 2018). Sedangkan pengamatan secara makroskopis

Fusarium graminearum berwarna putih keunguan dan bentuk koloni bulat tidak teratur. Tipe permukaan koloni berserat dengan miselium menyebar tidak teratur.. Pengamatan mikroskopis berdasarkan Kumaji (2018), konidiofor berdinding halus, bercabang, berwarna bening kehijauan. Fialida berbentuk silinder, tumbuhnya pada konidiofor. Konidia berwarna coklat. Makrokonidia berbentuk gelendong dengan ujung agak tumpul, septanya berjumlah 3-7. Makrokonidia terlihat bersekat berjumlah 1 hingga 3. Isolat fungi ini merupakan fungi anaerobik yang ditandai dengan tumbuh pada dasar medium cair. Isolat fungi ini mampu memfermentasikan ketiga jenis gula sehingga isolat fungi ini tidak hanya memiliki enzim yang mampu menguraikan selulosa saja namun memiliki enzim yang mampu menguraikan ketiga jenis gula. Hal tersebut menunjukkan bahwa fungi ini kurang efektif untuk menguraikan selulosa

Fungi dengan kode isolat I.10 juga termasuk dalam genus *Fusarium* dengan warna koloni kekuningan. *Fusarium kotabaruense* memiliki hifa yang melimpah dengan tipe berserat. Tingkat sporulasi isolat fungi ini tinggi dan tidak terdapat titik air (Maryani dkk., 2019). Warna koloni kecoklatan dengan bagian tepi putih. Bentuk koloni bulat tidak teratur dengan permukaan koloni berserat menyebar tidak teratur. Pengamatan mikroskopis memiliki hifa yang bersekat dan makrokonidia yang memiliki 4 sekat dengan bagian tepi yang meruncing. Berdasarkan Maryane dkk. (2019), *Fusarium kotabaruense* memiliki makrokonidia dengan jumlah sekat 2 hingga 7 sekat dengan bagian tepi yang meruncing. Isolat fungi ini merupakan fungi aerobik yang ditandai dengan tumbuh pada permukaan medium cair. Isolat fungi ini mampu memfermentasikan ketiga jenis gula sehingga isolat fungi ini tidak hanya memiliki enzim yang mampu menguraikan selulosa saja namun memiliki enzim yang mampu menguraikan ketiga jenis gula. Hal tersebut menunjukkan bahwa fungi ini kurang efektif untuk menguraikan selulosa

Isolat fungi I.4 merupakan fungi *Cladosporium limoniforme*. *Cladosporium* termasuk famili fungi *Cladosporiaceae* (Dothideomycetes). Karakteristik koloni *Cladosporium limoniforme* di PDA berwarna abu-abu gelap, terkadang hijau kusam karena sporulasi yang melimpah, tekstur seperti beludru

berbentuk granular. Margin koloni berwarna putih dan berbulu. Koloni fungi ini tidak memiliki miselium udara (Bensch dkk., 2018). Pengamatan morfologi *Cladosporium limoniforme* memiliki warna koloni hijau dengan margin berwarna putih serta memiliki tipe permukaan koloni seperti beludru. Berdasarkan Kurniasari (2019), Genus *Cladosporium* memiliki konidiofor tinggi, gelap, tegak, bercabang dan memiliki ramokonidia. Konidia bulat gelap, 1 atau 2 sel, bervariasi dalam bentuk dan ukuran, bulat telur menjadi silindris dan tidak beraturan, sebagian berbentuk lemon dan sering dalam berbentuk rantai. Pengamatan mikroskopis terlihat bagian konidia yang berbentuk bulat panjang memimipih seperti lemon dan konidiofor bersepta. Uji fermentasi tiga jenis gula menunjukkan bahwa isolat fungi *Cladosporium limoniforme* hanya mampu memfermentasikan gula jenis fruktos sehingga fungi ini cukup efektif untuk menguraikanselulosa. Isolat fungi ini termasuk fungi aerobik karena tumbuh pada permukaan medium.

Isolat fungi I.6 yaitu *Neofabraea malicorticis*. *Neofabraea malicorticis* termasuk famili *Dermateaceae*. *Neofabrae* memiliki makrokonidia dan mikrokonidia. Makrokonidia berbentuk silindris. Fungi ini memiliki mikrokonidia yang berbentuk silindris-fusiform dan tidak bersepta. Mikrokonidia terkadang ada dengan bentuk silindris dan membulat di bagian tepi. Konidiofor bersekat dan bercabang (Felix dkk., 2017). Hasil pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa mikrokonidia berbentuk silindris dan tidak bersepta serta makrokonidia yang tidak teramati. Warna koloni putih keunguan dengan bentuk koloni bulat tebal tidak teratur. Tipe koloni berserat dan menyebar teratur. Isolat fungi ini termasuk efektif dalam menguraikan selulosa karena tidak mampu untuk menguraikan ketiga jenis gula. Isolat fungi I.6 termasuk fungi aerobik karena tumbuh pada permukaan medium cair.

Kode isolat I.12 merupakan fungi *Penicillium viticola*. *Penicillium viticola* merupakan subgenus dari *aspergilloides*. *Penicillium viticola* termasuk penicili dengan tipe monoverticilata dengan konidia berbentuk bulat (Nonaka dkk., 2011). Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa yang bersekat dan konidia yang berbentuk semibulat. Warna koloni *Penicillium viticola* hijau dengan bagian margin putih. Bentuk koloni bulat menggunung tidak teratur. Tipe permukaan

koloni bergranula dan tidak memiliki ciri khusus. Berdasarkan Sagala (2015), Fungi *Penicillium* memiliki ciri Fialid berbentuk agak silindris dengan leher pendek yang tidak mencolok. Konidia berbentuk elips, kadang-kadang berbentuk semibulat, warna bening hingga hijau dan berinding halus. *Penicillium* ditandai dengan lebatnya konidiofor yang terbentuk menyebabkan koloni mirip kulit yang keras, berwarna biru kehijauan. Isolat fungi ini merupakan fungi aerobik yang ditandai dengan tumbuh pada permukaan medium cair. Isolat fungi ini mampu memfermentasikan ketiga jenis gula sehingga isolat fungi ini tidak hanya memiliki enzim yang mampu menguraikan selulosa saja namun memiliki enzim yang mampu menguraikan ketiga jenis gula. Hal tersebut menunjukkan bahwa fungi ini kurang efektif untuk menguraikan selulosa

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa isolat I.13 adalah *Talaromyces flavus*. *Talaromyces* termasuk ordo *Eurotiales* (Tsang dkk., 2018). *Talaromyces* merupakan rekombinasi dari *Penicillium* subgenus *Biverticillium* sehingga spesies ini mampu bereproduksi secara aseksual (konidiofor) dan seksual (askomata). Koloni berwarna dan jingga cerah dan bagian tengah yang menonjol. Konidiofor bertipe monovertilata dan phialid berjumlah 1 hingga 3 (Yilmaz dkk., 2014). Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni putih dan jingga dan koloni berbentuk bulat tidak teratur dan terlihat lingkaran konsentris pada bagian dasar serta memiliki ciri khusus berupa adanya titik air. Konidiofor bersekat dengan metula bercabang 2 dan sterigma bercabang 3. Isolat fungi ini merupakan fungi aerobik yang ditandai dengan tumbuh pada permukaan medium cair. Isolat fungi ini mampu memfermentasikan ketiga jenis gula sehingga isolat fungi ini tidak hanya memiliki enzim yang mampu menguraikan selulosa saja namun memiliki enzim yang mampu menguraikan ketiga jenis gula. Hal tersebut menunjukkan bahwa fungi ini kurang efektif untuk menguraikan selulosa

4.2.3 Validasi Buku Ilmiah Populer

Hasil penelitian skripsi ini disajikan dalam sebuah produk berupa buku karya ilmiah populer. Buku ini disusun berdasarkan hasil penelitian tentang uji potensi selulolitik isolat fungi limbah sayuran di pasar tanjung kabupaten Jember.

Buku ini diharapkan dapat dijadikan sebagai buku bacaan masyarakat untuk menambah pengetahuan tentang fungi yang mampu menguraikan limbah sayuran di pasar tanjung kabupaten Jember.

Hasil dari validasi karya ilmiah populer yang divalidasi oleh 4 validator didapatkan rerata skor 81,45 yang termasuk dalam kategori sangat layak. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semua item pada unsur yang dinilai sesuai dengan ketentuan pembuatan karya ilmiah populer. Rubrik penilaian mencakup elemen-elemen layout karya ilmiah populer yaitu dengan adanya elemen teks yang didukung oleh elemen visual berupa foto atau gambar berfungsi memperjelas informasi yang disampaikan (Wiana, 2010). Karya ilmiah populer yang telah divalidasi sesuai dengan dasar teori yang menyatakan bahwa bahasa yang dipakai lebih populis, mudah dimengerti oleh masyarakat, menarik dengan menyantumkan gambar yang jelas agar masyarakat tertarik untuk membaca, dan juga bahasa yang dipakai lebih bebas atau tidak baku (Chotimah, 2009). Buku ini layak untuk digunakan meskipun perlu dilakukan perbaikan. Perbaikan yang dilakukan sesuai dengan komentar umum dan saran yang diberikan oleh validator.

Perbaikan yang dilakukan berdasarkan komentar umum dan saran dari validator antara lain penambahan gambar di bab 2, merapikan kembali penulisan dan layout isi buku, konsistensi penulisan ditingkatkan, penyajian gambar lebih jelas dan penambahan skala pada gambar mikroskopis. Berdasarkan hasil uji validasi karya ilmiah populer dan perbaikan yang sudah dilakukan, buku dengan judul “Fungi Selulolitik Isolat Limbah Sayuran di Pasar Tanjung Kabupaten Jember” dinyatakan sangat layak digunakan sebagai buku bacaan masyarakat”.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Genus fungi selulolitik limbah sayuran di pasar Tanjung kabupaten Jember ditemukan sebanyak 7 genus fungi dan 11 spesies fungi selulolitik. 7 genus fungi selulolitik terdiri dari: *Aspergillus* (kode isolat I.1), *Colletotrichum* (kode isolat I.2 dan I.7), *Fusarium* (kode isolat I.3, I.8, I.9, dan I.10), *Cladosporium* (kode isolat I.4), *Neofabraea* (kode isolat I.6), *Penicillium* (kode isolat I.12), dan *Talaromyces* (kode isolat I.13). 11 spesies fungi selulolitik limbah sayuran di pasar Tanjung kabupaten Jember terdiri dari: *Aspergillus* sp. (kode isolat I.1), *Colletotrichum bannaense* (kode isolat I.2), *Fusarium oxysporium* (kode isolat I.3), *Cladosporium limoniforme* (kode isolat I.4), *Neofabraea malicorticis* (kode isolat I.6), *Colletotrichum acutatum* (kode isolat I.7), *Fusarium graminearum* (kode isolat I.8), *Fusarium oxysporum* (kode isolat I.9), *Fusarium kotabaruense* (kode isolat I.10), *Penicillium viticola* (kode isolat I.12), *Talaromyces flavus* (kode isolat I.13). Isolat fungi limbah sayuran di pasar Tanjung kabupaten Jember yang tidak teridentifikasi yaitu I.11.
- b. Hasil dari validasi karya ilmiah populer berjudul “Fungi Selulolitik Isolat Limbah Sayuran di Pasar Tanjung Jember” yang telah divalidasi oleh 4 validator didapatkan rerata skor 81,45 tergolong sangat layak untuk dijadikan sebagai bahan bacaan dan informasi tentang hasil penelitian.

5.2 Saran

- b. Perlu dilakukan identifikasi lanjutan sampai tahap identifikasi secara molekuler untuk mendapatkan informasi lengkap tentang tentang isolat fungi selulolitik limbah sayuran di Pasar Tanjung Kabupaten Jember.

- c. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai jenis enzim selulose yang dimiliki oleh isolat fungi selulolitik limbah sayuran di pasar tanjung kabupaten Jember.



DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Mugiono, T. Arlianti, dan C. Azmi. 2011. *Panduan Lengkap Jamur*. Bogor: Penebar Swadaya.
- Ade, F. Y. 2016. Isolasi dan Identifikasi Jamur Potensial Pendegradasi Selulosa pada Limbah Pelepah Kelapa Sawit di Daerah Kabupaten Rokan Hulu, Riau. *Bio-site*. 1(51).
- Adzima, V., F. Jamin, dan M. Abrar. 2013. Isolasi dan Identifikasi Kapang Penyebab Dermatofitosis pada Anjing di Kecamatan Syiah Kuala Banda Aceh. *Medika Veterina*. 7(1).
- Aliyah, A., G. Alamsyah, R. Ramadhani, dan H. Hermansyah. 2017. Production of α -Amylase and β -Glucosidase from *Aspergillus niger* by Solid State Fermentation Method on Biomass Waste Substrates from Rice Husk, Bagasse and Corn Cob. *Energy Procedia*. 136: 418-423.
- Aminah, N. S., dan Suprapti. 2003. Jamur pada Buah-buahan, Sayuranan, Kaki Lalat dan Lingkungan di Pasar Tradisional dan Swalayan. *Jurnal Ekologi Kesehatan*. 2(3): 299-305.
- Andhikawati, A., Y. Oktavia, B. Ibrahim, dan K. Tarman. 2014. Isolasi dan Penapisan Kapang Laut Endofit Penghasil Selulose. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 6 (1): 219-227.
- Anita, S. H., E. Hermiati, dan R. P. B. Laksana. 2011. Pengaruh Perlakuan Pendahuluan dengan Kultur Campuran Jamur Pelapuk Putih *Phanerochaete cryosporium*, *Pleurotus ostreatus* dan *Trametes versicolor* terhadap Kadar Liginin dan Selulosa Bagas. *Selulosa*. 1(2): 81-88.
- Arifuddin, M., M. Bone, Iswahyudi, A. Ibrahim, dan L. O. Rijai. 2017. Isolasi dan Karakterisasi Fungi Endofit Tanaman Tapak Dara. *Journal Trop Pharm Chem*. 4(1).
- Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura, Produksi Sayuranan di Indonesia. <http://www.deptan.go.id>. [30 Januari 2018].
- Bensch, K., J. Z. Groenewald, M. Meijer, Z. Jurjevic, dan R. A. Samson. 2018. *Cladosporium* Spesies in Indoor Environment. *Studies in Mycology*. 89: 177-301.
- Chotimah, U. 2009. *Karya Tulis Ilmiah sebagai Salah Satu Karya Pengembangan Profesi Guru*. http://eprints.unsri.ac.id/1074/1/2._Makalah_Karya_Tulis_Iliah-UC.pdf (diakses pada tanggal 06 Juli 2018).

- Coniwati, P., M. N. P. Anka, dan C. Sanders. 2015. Pengaruh Konsentrasi, Waktu, dan Temperatur terhadap Kandungan Lignin pada Proses Pemutihan Bubur Kertas Bekas. *Jurnal Teknik Kimia*. 3(21).
- Dewi, A. K., C. S. Utama, dan S. Mukodiningsih. 2014. Kandungan Total Fungi serta Jenis Kapang dan Khamir pada Limbah Pabrik Pakan yang Difermentasi dengan Berbagai Aras Starter Starfung. *Agripet*. 14(2).
- Dewi, L. T. 2016. Resistensi Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) Filial 1 terhadap Insektisida Botani Azadirachtin serta Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer. *Skripsi*. Jember: Pendidikan Biologi Universitas Jember.
- Edhar, A. A., R. Widyastuti, dan G. Djajakirana. 2017. Isolasi dan Identifikasi Mikroba Tanah Pendegradasi Selulosa dan Pektin dari Rhizosfer *Aquilaria malaccensis*. *Buletin Tanah dan Lahan*. 1(1): 58-64.
- Felix, Y. M., J. Z. Groenewald, L. Cai, I. Bames, K. Bensch, R. S. Jayawardena, L. Lombard, J. Q. Zhang, Y. Zhang, dan P. W. Crous. 2017. Genera of Phytopathogenic Fungi Gophy 1. *Studies in Mycology*. 86: 99-216.
- Fitriyatno, Suparti, dan S. Anif. 2010. Uji Pupuk Organik Cair dari Limbah Pasar terhadap Pertumbuhan Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L) dengan Media Hidroponik. *Seminar Nasional IX Pendidikan Biologi FKIP UNS*. 635-641.
- Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, Production Quantity of Vegetables Primary in the world. <https://faostat.fao.org>. [1 Februari 2018].
- Gandjar, I., dan W. Sjamsuridzal. 2006. *Mikologi Dasar dan Terapan*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Garajova S., Y. Mathieu, M. R. Beccia, E. Record, H. Rogniaux, B. Henrissat, dan J. Berrin. 2016. Single-Domain Flavoenzymes TriggerLytic Polysaccharide Monooxygenases for Oxidative Degradation of Cellulose. *Scientific Reports*. 6.
- Gusnawaty, M. T., L. Triastuti, dan Asniah. 2014. Karakterisasi Morfologis *Trichoderma* spp. Indigenus Sulawesi Tenggara. *Jurnal Agroteknos*. 4(2): 87-93.
- Hafsari, A. R., dan I. Asterina. 2013. Isolasi dan Identifikasi Kapang Endofit dari Tanaman Obat Surian (*Toona sinensis*). *Agripet*. 7(2).

- Harahap, A. E., R. Febrianti, dan E. R. Siregar. 2017. Populasi, pH dan Zona Bening Bakteri Asam Laktat yang Diisolasi dari Silase Limbah Kol dengan Penambahan Dedak Padi dan Lama Pemeraman yang Berbeda. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. 671-678.
- Hasanah, N., dan I. Saskiawan. 2015. Aktivitas Selulosa Isolat Jamur dari Limbah Media Tanam jamur Merang. *Biodiv Indonesia*. 1(5): 1110-1115.
- Hermiati, E., D. Mangunwidjaja, T. C. Sunarti, O. Suparno, dan B. Prasetya. 2010. Pemanfaatan Biomassa Lignoselulosa Ampas Tebu untuk Produksi Biotenol. *Litbang pertanian*. 29(4).
- Hidayanto M., N. P. Palupi, R. Kesumaningrum, dan Zainudin. 2017. Pengembangan Bioaktivator Berbasis Mikroba Berbagai Jenis Mol untuk Pengomposan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit dalam Memperbaiki Sifat Tanah Bekas Tambang Batubara. *Jurnal Agrifarm*. 6(1).
- Imaduddin, M., Hermawan, dan Hadiyanto. 2014. Pemanfaatan Sampah Sayuran Pasar dalam Produksi Listrik melalui *Microbial Fuel Cells*. *Sains Dasar*. 3 (2): 196- 204.
- Jaedun, A. 2011. *Pengembangan Profesionalisme Guru Melalui Penulisan Karya Ilmiah Tulis Ilmiah*. Yogyakarta: UNY Press.
- Kodri, K., B. D. Argo, dan R. Yulianingsih. 2013. Pemanfaatan Enzim Selulose dari *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger* sebagai Katalisator Hidrolisis Enzimatik Jerami Padi dengan Pretreatment Microwave. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*. 1(1).
- Kumaji, S. S. 2018. Identifikasi Kapang Pengkontaminan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) Asap di Pasar Sentral Kota Gorontalo. *Entropi*. 13 (1): 109-114.
- Kurniasari, N., N. A. Hidayati, dan T. Wahyuni. 2019. Identifikasi Cendawan yang Berpotensi Menyebabkan Penyakit Busuk Kuning pada Batang Tanaman Buah Naga. *Ekotonia*. 4 (1).
- Larasati, T. R. D. , N. Mulyana, M. Anggariawan, dan Y. Effendi. 2015. Produksi Enzim Selulose Oleh Fungi Selulolitik yang Diradiasi Sinar Gamma dalam Fermentasi Jerami Padi. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 16(2): 139-147.

- Liu, X., B. Li, J. Cai, X. Zheng, Y. Feng, dan G. Huang. 2018. *Colletotrichum* Species Causing Anthracnose of Rubber Trees in China. *Scientific report*. 8 (10435).
- Martins, L. F., D. Kolling, M. Camassola, A. J. P. Dillon, dan L. P. Ramos. 2008. Comparison of *Penicillium echinulatum* and *Trichoderma reesei* Celluloses in Relation to Their Activity Against Various Cellulosic Substrate. *Bioresource*. 99: 1417-1424.
- Maryani, N., M. S. Denis, L. Lombard, dan G. H. J Kema. 2019. New Endemic *Fusarium* Species Hitch-Hiking with Pathogenic *Fusarium* Strains Causes Panama Disease in Small-holder Banana Plots in Indonesia. *Persoonia*. 43: 48-69.
- Morgenstern, I. J. Powlowski, dan A. Tsang. 2014. Fungal Cellulose Degradation by Oxidative Enzymes: from Dysfunctional GH61 Family to Powerful Lytic Polysaccharide Monooxygenase Family. *Briefing in Functional Genomics*. 13(6): 471-481.
- Nasution, P., Periadnadi, dan Nurmiati. 2017. Kecepatan Pertumbuhan Kapang (*Trichoderma Harzianum* Rifai A1300-F006) dan Aktivitas Selulose dalam Penanganan Sampah Selulosa. *Jurnal Metamorfosa*. 4(1): 35-40.
- Nawfa, I. Z. R. 2015. Pemindaian Jamur Kontaminan Ampas Tebu untuk Produksi Enzim Selulose. *Sains dan Seni ITS*. 4(2).
- Nonaka K, R. Masuma, M. Iwatsuki, dan S. Omura. 2011. *Penicillium viticola* a New Species Isolated From a Grape in Japan. *Mycoscience*. 52: 338-343.
- Olajuyigbe, F. M., C. M. Nlekerem, dan O. A. Ogunyewo. 2016. Production and Characterization of Highly Thermostable β -Glucosidase during the Biodegradation Methyl Cellulose by *Fusarium oxysporum*. *Hindawi Publishing Corporation*. 8(10).
- Peres N. A., L. W. Timmer, J. E. Adaskaveg, dan J. C. Corel. 2005. *Plant Disease*. USA: The American Phytopathological Society.
- Pratiwi, B. N., L. Sulistyowati, A. Muhibuddin, dan A. Kristini. 2013. Uji Pengendalian Pokahbung (*Fusarium moniliformae*) pada Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum*) Menggunakan *Trichoderma* sp. Indigenous secara In Vitro dan In Vivo. *Jurnal HPT*. 1(3): 2338-4336.
- Purwantisari, S., dan R. B. Hastuti. 2009. Isolasi dan Identifikasi Jamur Indigenous Rhizosfer Tanaman Kentang dari Lahan Pertanian Kentang Organik di Desa Pakis, Magelang. *Bioma*. 11(2): 45-53.

- Rahayu A. S. K. 2016. Pengaruh Sari Buah Apel *Rome Beauty (Malus sylvestru Mill)* terhadap Produksi Trombosit pada Mencit (*Mus musculus L.*) Balb-C dan Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer. Jember: Pendidikan Biologi Universitas Jember.
- Ratnasari, N., Nurmiati, dan Periadnadi. 2015. Produksi dan Uji Aktivitas Enzim Jamur Merang (*Volvariella volvacea* (Bull.) Singer) pada Media Optimal Jerami Sagu dengan Penambahan beberapa Dosis Dolomit. *Natural Science*. 4 (3): 268- 279.
- Razie, F., A. Iswanda, A. Sutandi, L. Gunarto, dan Sugiyanta. 2011. Aktivitas Enzim Selulose Mikroba yang Diisolasi dari Jerami Padi di Persawahan Pasang Surut di kalimantan Selatan. *Tanah Lingkungan*. 13(2): 43-48.
- Rosanti, K. T., I. R. Sastrahidayat, dan A. L. Abadi. 2014. Pengaruh Jenis Air terhadap Perkecambahn Spora Jamur *Colletotrichum capsici* pada Cabai dan *Fusarium oxysporum* F. Sp. *Lycopersicii* pada Tomat. *Jurnal HPT*. 2(3). 109-120.
- Safaria, S., N. Idiawati, dan T. A. Zaharah. 2013. Efektivitas Campuran Enzim Selulose dari *Aspergillus niger* dan *Trichoderma reesei* dalam Menghidrolisis Substrat Sabut Kelapa. *JKK*. 2(1): 46-51.
- Sagala, W. A., D. Elfiati, dan Delvian. 2015. Keberadaan Fungi Pelarut Fosfat pada Tanah Bekas Kebakaran Hutan di Kabupaten Samosir.
- Saidi, D. 2016. Kualitas Kompos dari Sampah Organik Pasar dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Tanaman. *Prosiding Seminar Nasional Reaktualisasi Pemberdayaan Masyarakat*. 10 Desember 2017. 184-189.
- Saropah, D. A., A. Jannah, dan Maunatin. 2012. Kinetika Reaksi Enzimatis Ekstrak Kasar Enzim Selulose Bakteri Selulolitik Hasil Isolasi dari Bekatul. *Alchemy*. 2(1): 24-45.
- Sarwono, J. 2010. *Pintar Menulis Karya Ilmiah-Kunci Sukses dalam Menulis Ilmiah*. Yogyakarta: KDT.
- Sinatari, A. S. 2013. Pemurnian Selulose dari Isolat KB Kompos Termofilik Desa Bayat Klaten Menggunakan Fraksinasi Amonium Sulfat. *Chem Info*. 1: 130-140.
- Singh, H. 2006. *Mycoremediation Fungal Bioremediation*. Willey Interscience Publication.

- Soepranianondo, K., D. S. Nazar, dan D. Handiyatno. 2007. Potensi Jerami Padi yang Diamonifikasi dan Difermentasi Menggunakan Bakteri Selulolitik terhadap Konsumsi Bahan Kering, Kenaikan Berat Badan, dan Konversi Pakan Domba. *Media Kedokteran Hewan*. 23(3): 202-205.
- Solichah, J. <https://jatim.antaranews.com>. [4 Februari 2018].
- Subowo, Y. B. 2012. Seleksi Jamur Tanah Pendegradasi Selulosa dan Pertisida Deltamethrin dari Beberapa Lingkungan di Kalimantan Barat. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 13 (2).
- Sugiwati, S., M. T. Suhartono, M. Hanafi, dan H. N. Lioe. 2018. Produksi β -Glukosidase *Aspergillus niger* Bio 2173 dengan Fermentasi Padat Menggunakan Substrat Dedak. *Jurnal Selulosa*. 8(1): 33-42.
- Sujarwo. 2006. *Penyusunan Karya Tulis Ilmiah Populer*. <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pengabdian/sujarwompd/penyusunan-karya-tulis-ilmiah-populer.pdf> (diakses pada tanggal 21 Januari 2019).
- Sumarni, S., Y. Angking, dan R. Rosdiana. 2017. Identifikasi Jenis Jamur Makroskopis di Kawasan Hutan Lindung Bukit Rentap Desa Ensaid Panjang Kecamatan Kelam Permai Kabupaten Sintang. 20(13).
- Sunarsih, L. E. 2018. *Penanggulangan Limbah*. Yogyakarta: Deepublish.
- Superianto, S., A. E. Harahap, dan A. Ali. 2018. Nilai Nutrisi Silase Limbah Sayuran Kol dengan Penambahan Dedak Padi dan Lama Fermentasi yang berbeda. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*. 13(2).
- Suriasumantri, Y. 2000. *Filsafat Ilmu, Suatu Pengantar Populer*. Jakarta: Sinar Harapan
- Sutejo, A. M., A. Priyatmojo, dan A. Wibowo. 2008. Identifikasi Morfologi Beberapa Spesies Jamur *Fusarium*. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 14 (01).
- Taufiq, A., R. A. Nurmansyah, dan N. Q. Ain. 2016. Penggunaan Pasta Cap Bebas Minyak pada Pencapan Kain Kapas dengan Zat Warna Acramine. *Jurnal Teknik Kimia*. 22(11).
- Tsang, C. C., J. Y. M. Tang, S. K. P. Lau, dan P. C. Y. Woo. 2018. Taxonomy and Evolution of *Aspergillus*, *Penicillium* and *Talaromyces* in the Omocs Era- Past, Present and Future. *Computational and Structural Biotechnology Journal*. 16: 197-210.

- Utama C. S., dan A. Mulyanto. 2009. Potensi Limbah Pasar Sayuran Menjadi Stater FermentasiI. *Jurnal Kesehatan*. 2(1).
- Utomo P. B., dan J. Nurdiana. 2018. Evaluasi Pembuatan Kompos Organik dengan Menggunakan Metode Hot Composting. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 2(1).
- Wahidah, B. F., dan F. A. Saputra. 2015. Perbedaan Pengaruh Media Tanam Serbuk Gergaji dan Jerami Padi terhadap Pertumbuhan Jamur Tiram Putih. *Biogenesis*. 3(1): 11-15.
- Wahyuni, D. 2010. *Mikologi Dasar*. Jember: University Jember press.
- Wahyuni, S., dan N. Noviani. 2019. Isolasi Jamur Endofit dan Uji Penghambatan dengan Jamur Patogen *Fusarium oxysporum* sebagai Agen Pengendalian Hayati pada Tanaman Kedelai secara Invitro. *Prosiding Seminar Nasional dan Exzpo Hasil Penelitian da Pengabdian Masyarakat*.
- Wiana, W. 2010. Karya Tulis Ilmiah Populer. http://file.upi.edu/Direktori/FPTK/JUR._PEND._KESEJAHTERAAN_KELUARGA/197101101998022WINWI_N_WIANA/KARYA_TULIS_ILMIAH_POPULER_.pdf. (diakses pada 06 Juli 2019).
- Widyaningrum, E., A. S. Hariyani, dan M. Iqbal. 2015. Pengembangan Produk Penelitian Berupa Buku Nonteks sebagai Buku Pengayaan Pengetahuan. *Artikel Ilmiah Mahasiswa*. 1(1): 1-3.
- Wulandari, T., dan A. S. Utomo. 2013. Motivasi Pustakawan dalam Menulis Karya Ilmiah pada Terbitan Berkala di Badan Arsip dan Perpustakaan Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Perpustakaan*. 2(4).
- Yilmaz, N., C. M. Visagie, J. Houbraeken, J. C. Frisvad, dan R. A. Samson. 2014. Polyphasic Taxonomy of the Genus *Talaromyces*. *Studies in Mycology*. 78: 175-341.

Lampiran-lampiran

Lampiran 1. Matriks Penelitian

Judul	Latar Belakang	Rumusan Masalah	Variabel	Indikator	Sumber Data	Metode Penelitian
Uji Potensi Selulolitik Isolat Fungi Limbah Sayuran di Pasar Tanjung Kabupaten Jember dan Pemanfaatn ya sebagai Buku Karya Ilmiah Populer	<ul style="list-style-type: none"> Melimpahnya produksi sayuran di Indonesia diiringi dengan potensi produk menjadi sampah. Hal ini dikarenakan sayuran merupakan bahan makanan yang mudah rusak. Salah satu penyebab hal tersebut yaitu kandungan air yang tinggi yaitu berkisar 85-95% sehingga sangat baik untuk pertumbuhan mikroorganisme (Imaduddin, 2013). Volume sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA), berdasarkan data Dinas Kebersihan dan Pengelolaan sampah TPA Pakusari Kabupaten Jember jumlah gunung sampah mencapai 600 meter kubik dan sampah yang diangkut ke TPA Pakusari setiap harinya mencapai 1.460 m³. Presentase sampah pasar 	<p>c. Apa saja genus fungi yang memiliki potensi untuk mendegrasi selulosa dari limbah sayuran di Pasar Tanjung Kabupaten Jember?</p> <p>d. Bagaimana a kalayakan buku hasil penelitian mengenai Uji Potensi</p>	Isolat fungi selulolitik yang diisolasi dari limbah sayuran di pasar Tanjung kabupaten Jember tanpa membedakan jenis sayuran	Adanya isolat fungi selulolitik yang berhasil diisolasi dari limbah sayuran di pasar Tanjung kabupaten Jember	<p>a. Data primer: data primer diperoleh dari hasil identifikasi isolat fungi selulolitik sayuran di pasar Tanjung kabupaten Jember</p> <p>b. Data sekunder: data sekunder diperoleh dari artikel ilmiah dan buku sebagai pendukung hasil</p>	<p>A. Jenis Penelitian: Jenis penelitian yang dilakukan adalah deskriptif eksploratif.</p> <p>B. Tempat dan Waktu Penelitian: Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Jember. Penelitian ini meliputi isolasi dan uji potensi selulolitik yang dilakukan pada bulan November 2018.</p> <p>C. Prosedur Penelitian</p> <p>1. Alat dan Bahan Penelitian: Alat laboratorium yang dibutuhkan. Bahan berupa isolat fungi yang diperoleh dari limbah sayuran di pasar Tanjung Jember</p> <p>2. Prosedur Kerja</p> <p>a. Tahap Pengambilan Sampel</p>

<p>sebesar 56% atau 32 ton/hari pada umumnya dikumpulkan dan dibuang ke tempat pembuangan akhir.</p> <ul style="list-style-type: none">• Limbah sayuran merupakan salah satu masalah yang harus dihadapi oleh masyarakat maupun pengelola sampah khususnya sampah pasar di daerah Pasar Tanjung, Jember. Semestinya, limbah sayuran yang tidak termanfaatkan akan menyebabkan sanitasi lingkungan yang buruk bagi warga sekitar. Pencegahan dapat dilakukan melalui penanganan khusus limbah sayuran. Penanganan khusus limbah sayuran ini dengan cara memanfaatkan fungi. Hal yang pertama dilakukan dengan cara isolasi fungi selulolitik yang terdapat di limbah sayuran.	<p>Selulolitik Isolat Fungi dari Limbah Sayuran di Pasar Tanjung Kabupate n Jember sebagai buku karya ilmiah populer.</p>	<p>penelitian.</p>	<ul style="list-style-type: none">b. Pembuatan suspensic. Pengenceran suspensi limbah sayurand. Pembuatan Mediume. Inokulasi dan Inkubasi Fungif. Pemurnian Isolat fungig. Uji potensi selulolitikh. Identifikasi Isolati. Uji fermentasi gula
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Lampiran 2. Identifikasi dengan buku Barnett dan alexopolus**I.1**

- 6a. Konidiofor dengan tipe ujung membengkak.....*Aspergillus* (p.52)
 3b. Kepala konidia tidak berwarna coklat atau hitam tetapi hijau zaitun, kuning kecoklatan atau coklat lainnya.....*Aspergillus* sp. (p.4)

I.2

- 5a. Acervulus tidak memiliki setae yang gelap.....6

I.3

- 11a. Koloni berwarna putih, kekuningan, kemerah mudaan, keunguan, namun terkadang hijau. Septa berbentuk seperti pisan dan terkadang terdapat konidia.....*Fusarium* (p. 84)
 80b. Makrokonidia berbentuk seperti perahu, mikrokonidia sering ada.....126
 160b. Makrokonidia berbentuk seperti perahu, mikrokonidia bersel sat.....126
 226a. Makrokonidia berbentuk seperti perahu.....126
 15b. Mikrokonidia diproduksi di phialid yang pendek, makrokonidia berbentuk kerucut dan bengkok pada bagian apical.....*F. oxysporum*

I.4

- 21a. Konidia agak berdinding tipis, sebagian besar bersel tunggal; konidia bersekat tetapi hanya dengan septa yang melintang.....*Cladosporium* (p. 205)
 1a. konidiofor tidak panjang, konidia biasanya tidak melebihi lebar 4,5 μm , halus atau sedikit kasar.....2
 77a. Konidia bercabang, spora bervariasi dan beberapa berbentuk seperti lemon.....102
 152b. Konidia bercabang.....102

I.6

- 6b. Tidak memiliki dasar yang seperti stroma.....200

I.7

- 5a. Acervulus tidak memiliki setae yang gelap.....6

I.8

11a. Koloni berwarna putih, kekuningan, kemerah mudaan, keunguan, namun terkadang hijau. Septa berbentuk seperti pisan dan terkadang terdapat konidia.....*Fusarium* (p. 84)

80b. Makrokonidia berbentuk seperti perahu, mikrokonidia sering ada.....126

160b. Makrokonidia berbentuk seperti perahu, mikrokonidia bersel satu.....126

226a. Makrokonidia berbentuk seperti perahu.....126

20a. Makrokonidia medium, agak lurus.....*F. graminearum*

I.9

11a. Koloni berwarna putih, kekuningan, kemerah mudaan, keunguan, namun terkadang hijau. Septa berbentuk seperti pisan dan terkadang terdapat konidia.....*Fusarium* (p. 84)

80b. Makrokonidia berbentuk seperti perahu, mikrokonidia sering ada..... 126

160b. Makrokonidia berbentuk seperti perahu, mikrokonidia bersel satu.....126

226a. Makrokonidia berbentuk seperti perahu.....126

15b. Mikrokonidia diproduksi di phialid yang pendek, makrokonidia berbentuk kerucut dan bengkok pada bagian apical.....*F. oxysporum*

I.10

11a. Koloni berwarna putih, kekuningan, kemerah mudaan, keunguan, namun terkadang hijau. Septa berbentuk seperti pisan dan terkadang terdapat konidia.....*Fusarium* (p. 84)

80b. Makrokonidia berbentuk seperti perahu, mikrokonidia sering ada.....126

160b. Makrokonidia berbentuk seperti perahu, mikrokonidia bersel satu.....126

226a. Makrokonidia berbentuk seperti perahu.....126

I.12

8b. Koloni sering kehijauan (beberapa spesies keputih-putihan). Phialid dengan leher yang pendek.....*Penicillium* (p. 120)

3b. Konidiofor terlihat panjang, tegak dan phialid kecil (5-12 μm).....	4
5b. Phialid berbentuk botol, pola percabangan konidiofor biverticillate, terverticillate, quaterverticillate.....	8
8b. Pola percabangan konidiofor terverticillate, quaterverticillate.....	10
11b. konidiofor dengan tipe lebar 2,5-4,0 μm , koloni berkembang relative cepat.....	12
12b. Koloni dengan konidiopor yang berkumpul, konidia subglabose, ellips, silinder.....	13
13b. Phialid sebagian besar panjangnya 6,5 μm	14
46b. Konidia phialospora, phialid tegak, seperti sikat.....	90

I.13

3a. <i>Penicillium</i> anamorfik, ascomata dengan penutup yang berbeda dengan warna kuning bahkan menjadi merah.....	<i>Talaromyces</i>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------

Lampiran 3. Data Pengamatan Fungi

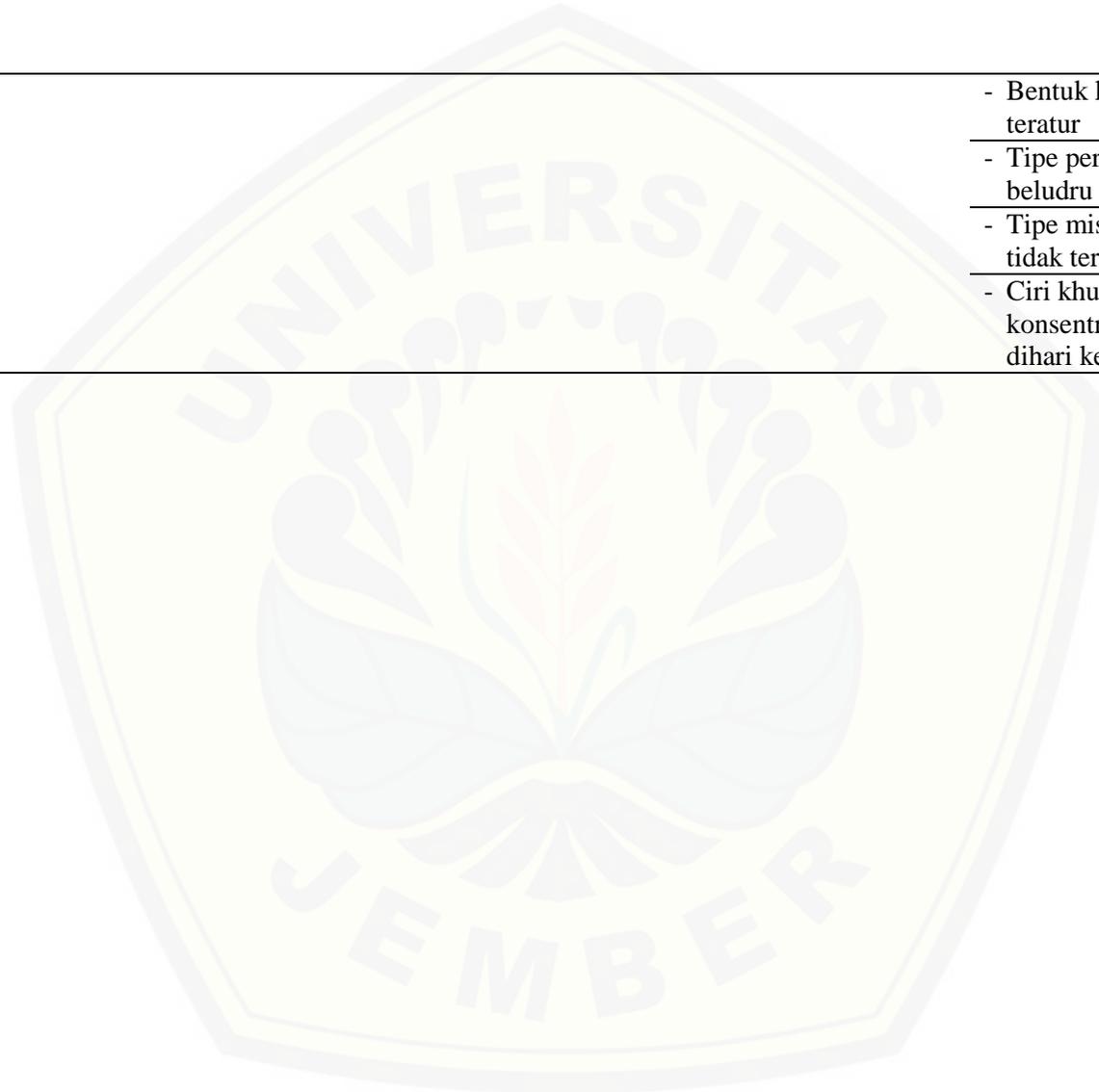
No	Nama isolat	Diameter isolat (cm)							Keadaan isolat
		1X24 jam	3X24 jam	5X24 jam	7X24 jam	9X24 jam	11X24 jam	13X24 jam	
1	I.1	0	1,8	2,4	2,9	3,3	3,9	4,6	- Warna koloni + Permukaan : hijau tua + Dasar : putih kehijauan - Bentuk koloni = bulat - Tipe permukaan = bergranula - Tipe miselium = menyebar tidak teratur - Ciri khusus =
2	I.2	0	1,2	1,5	1,8	2,2	2,5	2,9	- Warna koloni + Permukaan : putih + Dasar : putih - Bentuk koloni = bulat - Tipe permukaan = berserat - Tipe miselium = menyebar tidak teratur - Ciri khusus =
3	I.3	0	1,5	2,0	2,4	2,6	2,8	3,0	- Warna koloni + Permukaan : putih + Dasar : jingga - Bentuk koloni = bulat tidak teratur - Tipe permukaan = berserat - Tipe miselium = menyebar tidak teratur

										- Ciri khusus = lingkaran konsentris
										- Warna koloni
										+ Permukaan : hijau kehitaman
										+ Dasar : hijau kehitaman
4	I.4	0	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9		- Bentuk koloni = bulat menggunung
										- Tipe permukaan = seperti beludru
										- Tipe miselium = menyebar teratur
										- Ciri khusus = garis radial
										- Warna koloni
										+ Permukaan : putih keunguan
										+ Dasar : putih keunguan
5	I.6	0	1,1	1,5	1,9	2,3	2,5	2,9		- Bentuk koloni = tebal bulat tidak teratur
										- Tipe permukaan = berserat
										- Tipe miselium = menyebar teratur
										- Ciri khusus =
										- Warna koloni
										+ Permukaan : putih keunguan
										+ Dasar : putih keunguan
6	I.7	0	1,7	2,1	2,8	3,4	3,5	3,7		- Bentuk koloni = tebal bulat tidak teratur
										- Tipe permukaan = berserat

										<ul style="list-style-type: none"> - Tipe miselium = menyebar tidak teratur
										<ul style="list-style-type: none"> - Ciri khusus =
										<ul style="list-style-type: none"> - Warna koloni + Permukaan : putih keunguan
										<ul style="list-style-type: none"> + Dasar : putih keunguan
7	I.8	0	1,6	2,2	2,5	2,8	3,0	3,3		<ul style="list-style-type: none"> - Bentuk koloni = bulat - Tipe permukaan = berserat - Tipe miselium = menyebar tidak teratur
										<ul style="list-style-type: none"> - Ciri khusus = lingkaran konsentris
										<ul style="list-style-type: none"> - Warna koloni + Permukaan : putih bagian tepi keunguan bagian tengah
										<ul style="list-style-type: none"> + Dasar : putih keunguan
8	I.9	0	1,2	1,8	2,3	2,7	2,9	3,4		<ul style="list-style-type: none"> - Bentuk koloni = tebal bulat tidak teratur - Tipe permukaan = berserat - Tipe miselium = menyebar tidak teratur
										<ul style="list-style-type: none"> - Ciri khusus =
										<ul style="list-style-type: none"> - Warna koloni + Permukaan : putih bagian tepi kecoklatan bagian tengah
										<ul style="list-style-type: none"> + Dasar : putih kecoklatan
9	I.10	0	1,2	1,7	2,1	2,6	2,9	3,1		<ul style="list-style-type: none"> - Bentuk koloni = bulat tidak teratur - Tipe permukaan = berserat

									tidak teratur
									- Tipe miselium = menyebar
									tidak teratur
									- Ciri khusus =
									- Warna koloni
									+ Permukaan : putih
									+ Dasar : putih
10	I.11	0	2,1	2,9	3,1	3,5	3,9	4,3	- Bentuk koloni = tebal bulat teratur
									- Tipe permukaan = seperti kapas
									- Tipe miselium = menyebar tidak teratur
									- Ciri khusus =
									- Warna koloni
									+ Permukaan : hijau bagian tengah dan putih bagian putih
									+ Dasar : hijau kehitaman
11	I.12	0	1,3	2,0	2,8	3,4	3,7	4,1	- Bentuk koloni = bulat tidak teratur
									- Tipe permukaan = bergranula
									- Tipe miselium = menyebar tidak teratur
									- Ciri khusus = lingkaran konsentris
									- Warna koloni
									+ Permukaan : putih kejinggaan
12	I.13	0	1,1	1,9	2,3	2,7	3,0	3,5	+ Dasar : putih kejinggaan

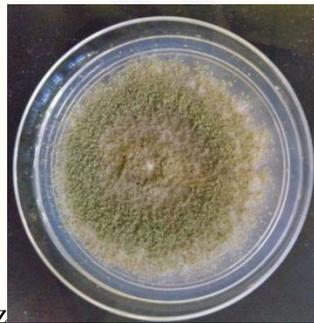
-
- Bentuk koloni = bulat tidak teratur
 - Tipe permukaan = seperti beludru
 - Tipe miselium = menyebar tidak teratur
 - Ciri khusus = lingkaran konsentris dan titik air dihari ketiga
-



Lampiran 3. Identifikasi dengan beberapa literatur

No	Kode isolat	Genus
1	I.1	<i>Aspergillus sp.</i>
2	I.2	<i>Colletotrichum bannaense</i>
3	I.3	<i>Fusarium oxysporium</i>
4	I.4	<i>Cladosporium limoniforme</i>
5	I.6	<i>Neofabraea malicorticis</i>
6	I.7	<i>Colletotrichum acutatum</i>
7	I.8	<i>Fusarium graminearum</i>
8	I.9	<i>Fusarium oxysporium</i>
9	I.10	<i>Fusarium kotabaruense</i>
10	I.11	Tidak teridentifikasi
11	I.12	<i>Penicillium viticola.</i>
12	I.13	<i>Talaromyces flavus</i>

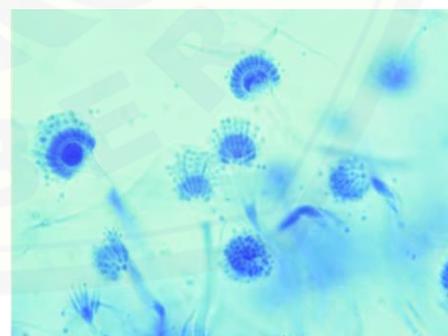
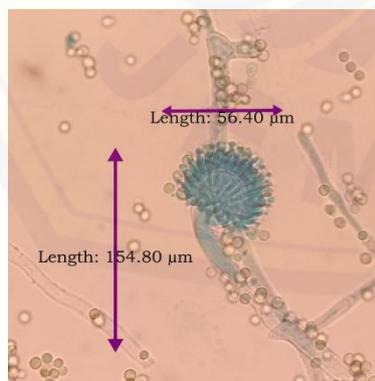
Gambar Hasil Pengamatan



Gambar Hasil Literatur



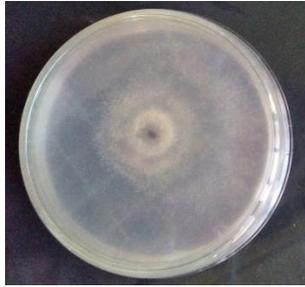
Sumber: Sugui dkk. (2019)



Sumber: Liu dkk. (2017)

Gambar Hasil Pengamatan

I.2

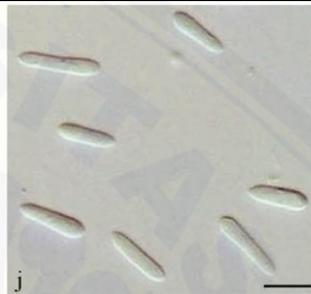
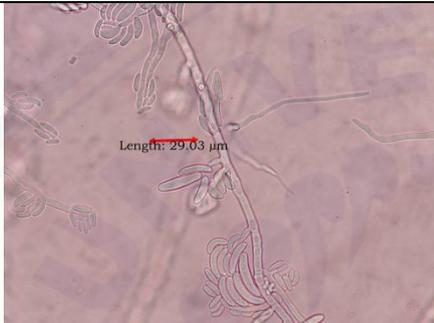


Gambar Hasil Literatur



a

Sumber: Liu dkk. (2018)



Sumber: Liu dkk. (2018)

Gambar Hasil Pengamatan

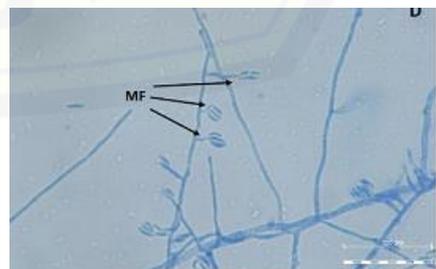
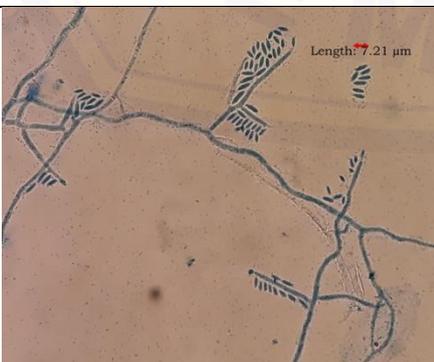
I.3



Gambar Hasil Literatur



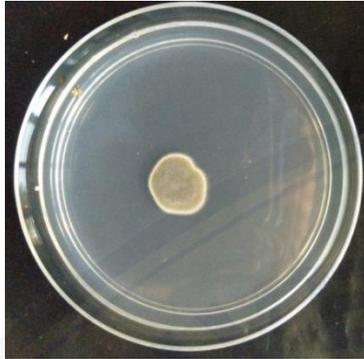
Sumber: Teixeira dkk. (2016)



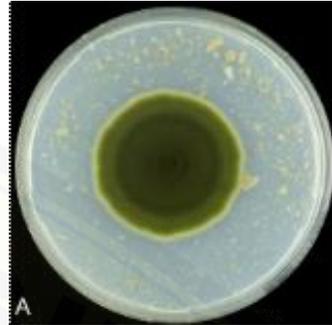
Sumber: Teixeira dkk. (2016)

Gambar Hasil Pengamatan

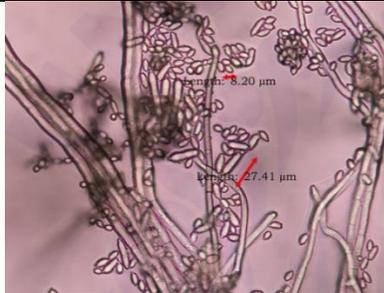
I.4



Gambar Hasil Literatur



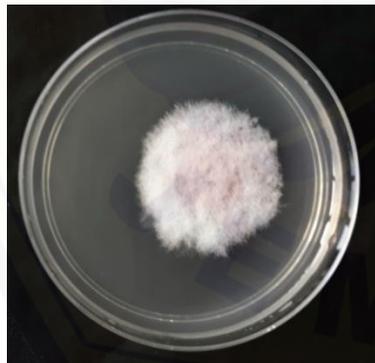
Sumber: Bensch dkk. (2018)



Sumber: Bensch dkk. (2018)

Gambar Hasil Pengamatan

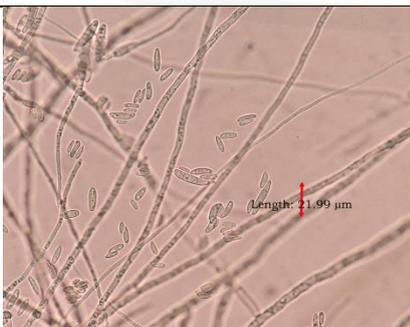
I.6



Gambar Hasil Literatur



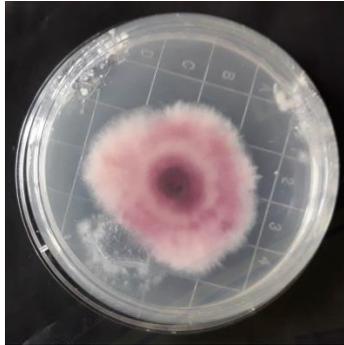
Sumber: Felix dkk. (2017)



Sumber: Felix dkk. (2017)

Gambar Hasil Pengamatan

I.7



Gambar Hasil Literatur



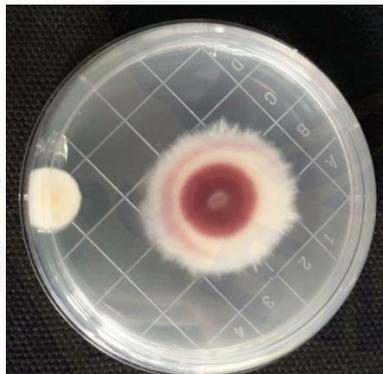
Sumber: Oo dkk. (2018)



Sumber: Peres dkk. (2005)

Gambar Hasil Pengamatan

I.8



Gambar Hasil Literatur



Sumber: Thompson dkk. (2013)

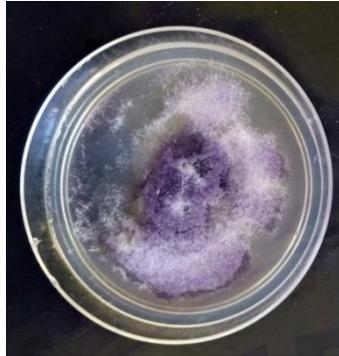


Sumber: eol.org

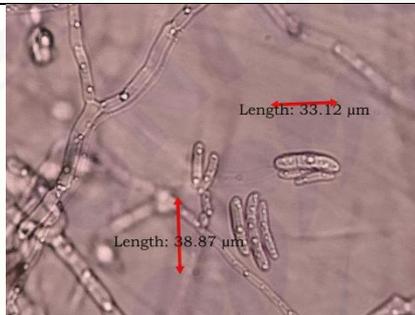
Gambar Hasil Pengamatan

Gambar Hasil Literatur

I.9



Sumber: www.gene.affrc.go.jp

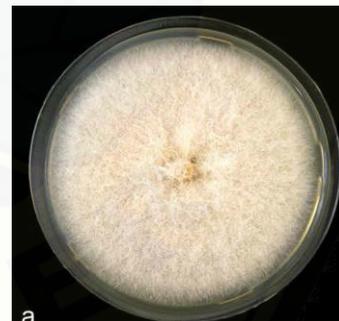


Sumber: Callaghan dkk. (2016)

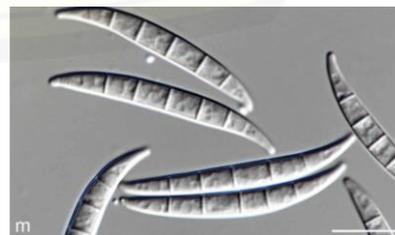
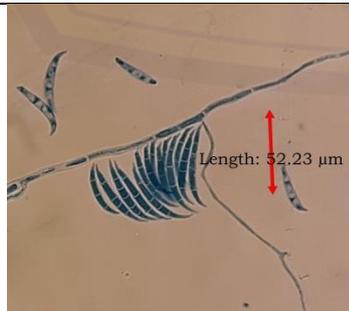
Gambar Hasil Pengamatan

Gambar Hasil Literatur

I.10



Sumber: Maryani dkk. (2019)

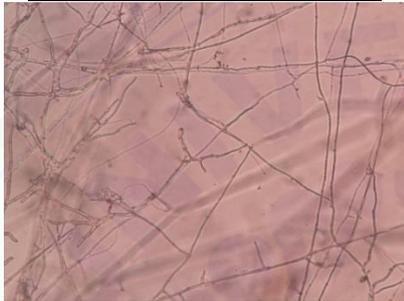
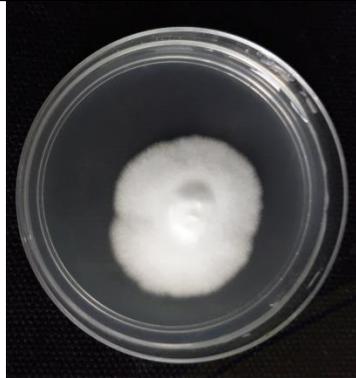


Sumber: Maryani dkk. (2019)

Gambar Hasil Pengamatan

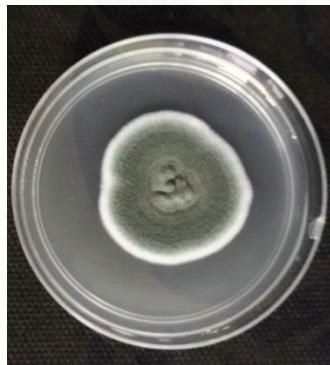
Gambar Hasil Literatur

I.11

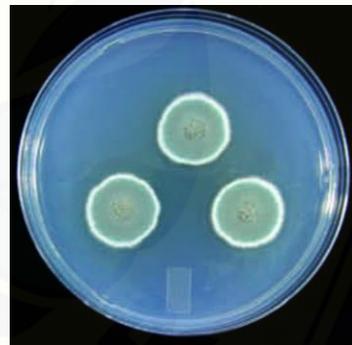


Gambar Hasil Pengamatan

I.12



Gambar Hasil Literatur



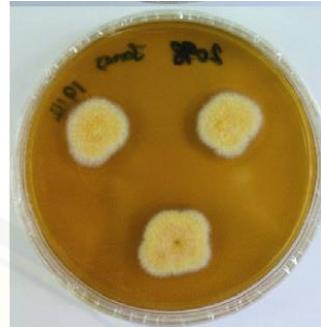
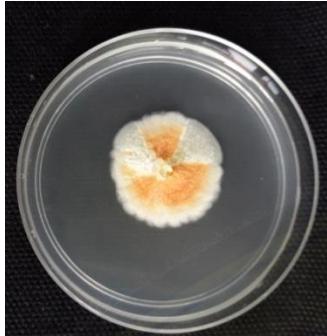
Sumber: Rivera dan Seifert (2011)



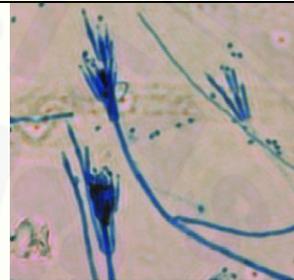
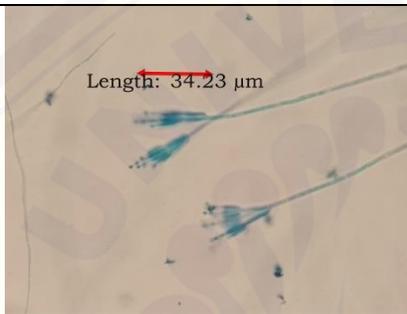
Gambar Hasil Pengamatan

Gambar Hasil Literatur

I.13



Sumber: Tsang, *dkk* (2018)



Sumber: Tsang, *dkk* (2018)

Lampiran 7. Surat Rekomendasi sebagai Validator



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

SURAT REKOMENDASI SEBAGAI VALIDATOR

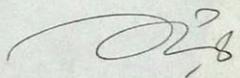
Yang bertandatangan di bawah ini saya selaku Dosen Pembimbing skripsi mahasiswa :

Nama : Iir Nur Choiriya
NIM : 150210103044
Jurusan/Program : Pendidikan Biologi
Judul Skripsi : Uji Potensi Selulolitik Isolat Fungi Limbah Sayur di Pasar Tanjung Kabupaten Jember dan Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer

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

No.	Nama Validator	Bidang/Ahli
1	Ika Lia Novenda, S.Pd.,M.Pd	Ahli Materi
2	Vendi Eko Susilo, S.Pd.,M.Si	Ahli Media

Jember, 27 Juni 2019
Dosen Pembimbing Anggota


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

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

Lampiran 6. Hasil Validasi

6.1 Hasil Validasi Buku Karya Ilmiah Populer oleh Ahli Materi

**LEMBAR VALIDASI PRODUK BUKU ILMIAH POPULER OLEH AHLI
MATERI**

I. Identitas Peneliti

Nama : Iir Nur Choiriya
NIM : 150210103044
Jurusan/Prodi : Pendidikan Biologi
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

II. Pengantar

Berhubungan dengan penyelesaian studi srata 1 (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember, penulis melaksanakan penelitian sebagai salah satu bentuk tugas akhir dan kewajiban yang harus diselesaikan. Penelitian yang berjudul : "Uji Potensi Selulolitik Isolat Fungi Limbah Sayur di Pasar Tanjung Kabupaten Jember dan Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer".

Agar tercapai tujuan itu, penulis bermaksud memohon dengan hormat kesediaan Bapak/Ibu untuk membantu melakukan pengisian daftar kuisioner yang peneliti ajukan sesuai dengan keadaan sebenarnya. Kerasahasaan jawaban serta identitas bapak/ibu akan dijamin oleh kode etik dalam penelitian. Saya sampaikan terimakasih atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu mengisi daftar kuesioner ini.

Hormat saya,

Iir Nur Choiriya
NIM. 150210103044

CS Scanned with CamScanner

**LEMBAR VALIDASI PRODUK BUKU ILMIAH POPULER OLEH AHLI
MATERI**

I. Identitas Peneliti

Nama : Iir Nur Choiriya
NIM : 150210103044
Jurusan/Prodi : Pendidikan Biologi
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

II. Pengantar

Berhubungan dengan penyelesaian studi srata 1 (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember, penulis melaksanakan penelitian sebagai salah satu bentuk tugas akhir dan kewajiban yang harus diselesaikan. Penelitian yang berjudul : "Uji Potensi Selulolitik Isolat Fungi Limbah Sayur di Pasar Tanjung Kabupaten Jember dan Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer".

Agar tercapai tujuan itu, penulis bermaksud memohon dengan hormat kesediaan Bapak/Ibu untuk membantu melakukan pengisian daftar kuisioner yang peneliti ajukan sesuai dengan keadaan sebenarnya. Kerasahasaan jawaban serta identitas bapak/ibu akan dijamin oleh kode etik dalam penelitian. Saya sampaikan terimakasih atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu mengisi daftar kuesioner ini.

Hormat saya,

Iir Nur Choiriya
NIM. 150210103044

III. Petunjuk

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

1. KOMPONEN KELAYAKAN ISI					
Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
A. Cangkupan materi	1. Kejelasan tujuan penyusun buku				√
	2. Keluasan materi sesuai dengan tujuan penyusunan buku			√	
	3. Kedalaman materi sesuai dengan penyusunan buku			√	
	4. Kejelasan materi				√
B. Akurasi Materi	5. Akurasi fakta dan data				√
	6. Akurasi konsep/materi			√	
	7. Akurasi gambar/ilustrasi			√	
C. Kemuktahiran	8. Kesesuaian dengan perkembangan			√	

Materi	terbaru ilmu pengetahuan saat ini	Skor			
Sub Komponen	Butir	1	2	3	4
		C. Kemuktahiran Materi	9. Menyajikan contoh-contoh muktahir dari lingkungan local/ nasional/ regiona internasional		
Jumlah Skor Komponen Kelayakan Isi					
II. KOMPONEN KELAYAKAN PENYAJIAN					
Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
A. Teknik Penyajian	10. Konsistensi sistematika sajian		✓		
	11. Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep			✓	
B. Pendukung Penyajian Materi	12. Kesesuain dan ketepatan ilustrasi dengan materi				✓
	13. Pembangkit motivasi pembaca			✓	
	14. Ketepatan pengetikan dan pemilihan gambar		✓		
Jumlah Skor Komponen Kelayakan Penyajian					
JUMLAH SKOR KESELURUHAN					

(Sumber : Diadaptasi dari Puskurbuk, 2013 dalam Rahayu,2012)

Saran dan Komentar Perbaikan Buku Ilmiah Populer

- ① Daftar ~~daftar~~ roripikan lagi, font layout atas terlalu kecil.
- ② Bab 2 kenapa tdk ada gbr sama selevel
- ③ Konsistensi penulisan sangat rendah, silahkan cek di buku
- ④ Beberapa paragraf terlalu panjang, harus di split
- ⑤ Dblng nama ilmiah jangan dipenggal ✖. supaya tdk terpenggal, kecilkan saja fontnya.
- ⑥ Judul tabel, silahkan diulang pada hal II dst
- ⑦ Rangkuman di ~~hal~~ cover belakang cek lagi penulisan nya.

Kesimpulan

Berdasarkan penilaian data, maka produk buku ini :

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

Jember, Juli 2019

Validator



Ika Lia Novenda.S.Pd.M.Pd
NIDK. 8863040017

6.2 Hasil Validasi Buku Karya Ilmiah Populer oleh Ahli Media

Lampiran 5

**LEMBAR VALIDASI PRODUK BUKU ILMIAH POPULER OLEH AHLI
MEDIA**

IV. Identitas Peneliti

Nama : Iir Nur Choiriya
NIM : 150210103044
Jurusan/Prodi : Pendidikan Biologi
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

V. Pengantar

Berhubungan dengan penyelesaian studi srata 1 (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember, penulis melaksanakan penelitian sebagai salah satu bentuk tugas akhir dan kewajiban yang harus diselesaikan. Penelitian yang berjudul : "Uji Potensi Selulolitik Isolat Fungi Limbah Sayur di Pasar Tanjung Kabupaten Jember dan Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer".

Agar tercapai tujuan itu, penulis bermaksud memohon dengan hormat kesediaan Bapak/Ibu untuk membantu melakukan pengisian daftar kuisisioner yang peneliti ajukan sesuai dengan keadaan sebenarnya. Kerasahasaan jawaban serta identitas bapak/ibu akan dijamin oleh kode etik dalam penelitian. Saya sampaikan terimakasih atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu mengisi daftar kuesioner ini.

Hormat saya,

Iir Nur Choiriya
NIM. 150210103044

CS Scanned with CamScanner

VI. Petunjuk

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

1. KOMPONEN KELAYAKAN KEGRAFIKAN					
Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
A. Artistik dan Estetika	1. Komposisi sesuai dengan tujuan penyusunan buku				✓
	2. Penggunaan teks dan grafis proposional			✓	
	3. Kemenarikan lay out dan tata letak		✓		
	4. Pemilihan warna menarik			✓	
	5. Kecerahan teks dan grafis			✓	
Jumlah Skor Komponen Kelayakan Kefrafikan					
Sub Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
B. Teknik Penyajian	6. Konsisten sistematika sajian dalam bab			✓	
Sub Komponen	Butir	Skor			

		1	2	3	4
B. Teknik Penyajian	7. Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep			✓	
	8. Kelogisan subtansi antar bab			✓	
	9. Keseimbangan subtansi antar bab			✓	
C. Pendukung Penyajian Materi	10. Kecerahan dan ketepatan ilustrasi dengan materi			✓	
	11. Kesesuaian gambar dan keterangan			✓	
	12. Adanya rujukan/sumber acuan				✓
Jumlah Skor Komponen Penyajian					
JUMLAH SKOR KESELURUHAN					

(Sumber : Diadaptasi dari Puskurbuk, 2013 dalam Rahayu,2012)

Saran dan Komentar Perbaikan Buku Ilmiah Populer

- 1. perbaiki typo pada teks
- 2. hindarkan paragraf gambar tanpa tabel agar bisa lebih diatur
- 3. hampir semua gambar tanpa skala, padahal mikroskopis

Kesimpulan

Berdasarkan penilaian data, maka produk buku ini :

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

Jember, Juli 2019

Validator

[Signature]
Vendy Eko Susilo, S.Pd., M.Si

6.3 Hasil Validasi Buku Karya Ilmiah Populer oleh Masyarakat

Lampiran 6

LEMBAR VALIDASI PRODUK BUKU ILMIAH POPULER OLEH MASYARAKAT

I. Identitas Responden

Nama : Iyah
 Alamat Rumah : Kaliurang, Jember
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Usia : 28 tahun
 Pendidikan terakhir : SMA
 Pekerjaan : Pedagang
 No. Telepon/HP : 08983732021

NO	URAIAN	SKOR
A	KETENTUAN DASAR	
1	Mencantumkan nama pengarang/penulis atau editor	1 2 3 (4)
B	CIRI KARYA ILMIAH POPULER	
1	Karangan mengandung unsur ilmiah (tidak mementingkan keindahan bahasa).	1 2 3 (4)
2	Berisi informasi akurat, berdasarkan fakta (tidak menekankan pada opini atau pandangan penulis)	1 2 (3) 4
3	Aktualisasi tidak mengikat	1 2 (3) 4
4	Bersifat obyektif	1 2 (3) 4
5	Sumber tulisan berasal dari karya ilmiah akademik seperti hasil penelitian, paper, skripsi, atau tesis.	1 2 3 (4)
6	Menyisipkan unsur kata-kata humor namun tidak terlalu berlebihan agar tidak membuat pembaca bosan	1 (2) 3 4
C	KOMPONEN BUKU	

CS Scanned with CamScanner

1	Ada bagian awal (prakata, pengantar, dan daftar isi)	1	2	3	4
2	Ada bagian isi atau materi	1	2	3	4
3	Ada bagian akhir (daftar pustaka, glosarium, lampiran, indeks sesuai dengan keperluan)	1	2	3	4
D PENILAIAN KARYA TULIS ILMIAH POPULER					
1	Materi buku mengaitkan dengan kondisi aktual dan berhubungan dengan kegiatan sehari-hari	1	2	3	4
2	Menyajikan <i>value added</i>	1	2	3	4
3	Isi buku memperkenalkan temuan baru	1	2	3	4
4	Isi buku sesuai dengan perkembangan ilmu yang mukhtahir dan sah, dan akurat	1	2	3	4
5	Materi/isi menghindari masalah SARA, Bias jender, serta pelanggaran HAM	1	2	3	4
6	Penyajian materi/isi dilakuakn secara runtun, bersistem, lugas dan mudah dipahami oleh masyarakat awam	1	2	3	4
7	Penyajian materi/isi mengembangkan kecakapan akademik, kreativitas, kemampuan berinovasi	1	2	3	4
8	Penyajian materi/isi menumbuhkan motivasi untuk mengetahui lebih jauh	1	2	3	4
9	Ilustrasi (gambar, foto, diagram, tabel) yang digunakan sesuai dan proposional	1	2	3	4
10	Istilah yang digunakan baku	1	2	3	4
11	Bahasa (ejaan, kata, kalimat, dan paragraph) yang digunakan dengan tepat, lugas, dan jelas.	1	2	3	4

(Sumber : Sujarwo, 2006 dalam Rahayu, 2012)



Komentar Umum :

Buku tersebut sudah sangat baik dikarenakan memuat informasi yang mendalam dan akurat, berisi gambar yang jelas sehingga menarik perhatian pembaca. Tulisan dan balimatnya mudah dipahami dan isi menyajikan temuan/penelitian baru terkait limbah sayur.

Saran :

Sarananya sudah lebih baik, namun kata-kata ada sebagian yg tidak dapat saya pahami.

Keterangan :

1 = Kurang

2 = Cukup

3 = Baik

④ = Sangat Baik

Alasan :

Buku tersebut mudah dipahami oleh pembaca sebagai dan dapat memberikan informasi baru kepada saya layaknya sebagai pedagang sayur di perumahan.

Simpulan Akhir :

Dilihat dari semua aspek, apakah buku layak atau tidak digunakan sebagai buku pengayaan pengetahuan?

Layak

Tidak Layak

Jember, Juli 2019

Validator

*Apri
T. Ipah*



6.4 Hasil Validasi Buku Karya Ilmiah Populer oleh Mahasiswa

LEMBAR VALIDASI PRODUK BUKU ILMIAH POPULER OLEH MAHASISWA

I. Identitas Responden

Nama : *Yulia Retnocari*
 NIM : *150210103063*
 Jurusan : *Pendidikan Biologi*
 Fakultas : *FKIP*
 Universitas : *Universitas Jember*
 No. Telepon/HP : *085335715071*

NO	URAIAN	SKOR
A KETENTUAN DASAR		
1	Mencantumkan nama pengarang/penulis atau editor	1 2 3 (4)
B CIRI KARYA ILMIAH POPULER		
1	Karangan mengandung unsur ilmiah (tidak mementingkan keindahan bahasa).	1 2 (3) 4
2	Berisi informasi akurat, berdasarkan fakta (tidak menekankan pada opini atau pandangan penulis)	1 2 (3) 4
3	Aktualisasi tidak mengikat	1 2 3 (4)
4	Bersifat obyektif	1 2 3 (4)
5	Sumber tulisan berasal dari karya ilmiah akademik seperti hasil penelitian, paper, skripsi, atau tesis.	1 2 (3) 4
6	Menyisipkan unsur kata-kata humor namun tidak terlalu berlebihan agar tidak membuat pembaca bosan	1 (2) 3 4
C KOMPONEN BUKU		
1	Ada bagian awal (prakata, pengantar, dan daftar isi)	1 2 (3) 4
2	Ada bagian isi atau materi	1 2 3 (4)
3	Ada bagian akhir (daftar pustaka, glosarium, lampiran, indeks sesuai dengan keperluan)	1 2 3 (4)
D PENILAIAN KARYA TULIS ILMIAH POPULER		
1	Materi buku mengaitkan dengan kondisi aktual dan berhubungan dengan kegiatan sehari-hari	1 2 3 (4)
2	Menyajikan <i>value added</i>	1 2 3 (4)
3	Isi buku memperkenalkan temuan baru	1 2 3 (4)

Scanned with CamScanner

4	Isi buku sesuai dengan perkembangan ilmu yang mukhtahir dan sah, dan akurat	1	2	3	4
5	Materi/isi menghindari masalah SARA, Bias jender, serta pelanggaran HAM	1	2	3	4
6	Penyajian materi/isi dilakuakn secara runtun, bersistem, lugas dan mudah dipahami oleh masyarakat awam	1	2	3	4
7	Penyajian materi/isi mengembangkan kecakapan akademik, kreativitas, kemampuan berinovasi	1	2	3	4
8	Penyajian materi/isi menumbuhkan motivasi untuk mengetahui lebih jauh	1	2	3	4
9	Ilustrasi (gambar,foto,diagram,tabel) yang digunakan sesuai dan proposional	1	2	3	4
10	Istilah yang digunakan baku	1	2	3	4
11	Bahasa (ejaan, kata, kalimat, dan paragraph) yang digunakan dengan tepat, lugas, dan jelas.	1	2	3	4

(Sumber : Sujarwo, 2006 dalam Rahayu, 2012)

Komentar Umum :

Sebagai mahasiswa saya membaca buku tersebut terdapat beberapa kekurangan yaitu kurangnya gambar penjelas limbah yang digunakan sampel dan juga terdapat kesalahan penulisan nama ilmiah.

Saran :

Agar buku lebih baik maka perlu perbaikan penjelasan dengan disertai gambar dan diperhatikan penulisan pada isi buku.

Keterangan :

- 1 = Kurang
- 2 = Cukup
- 3 = Baik
- 4 = Sangat Baik

Alasan :

.....
.....
.....

Simpulan Akhir :

Dilihat dari semua aspek, apakah buku layak atau tidak digunakan sebagai buku pengayaan pengetahuan?

Layak

Tidak Layak

Jember, Juli 2019

Validator

Julia Petnasari



Lampiran 7. Lembar Konsultasi Penyusunan Skripsi 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: 0331-334988
Laman: www.fkip.unej.ac.id

LEMBAR KONSULTASI PENYUSUNAN SKRIPSI
Pembimbing Utama

Nama : Iir Nur Choiriya
NIM : 150210103044
Jurusan/Program Studi : Pendidikan MIPA/ Pendidikan Biologi
Judul : Uji Potensi Selulolitik Isolat Fungi Limbah Sayur Di Pasar Tanjung Kabupaten Jember Dan Pemanfaatannya Sebagai Buku Karya Ilmiah Populer

Pembimbing Utama : Prof. Dr. Joko Waluyo, M.Si

Kegiatan Konsultasi

No.	Hari/ Tanggal	Materi Konsultasi	Tanda Tangan Pembimbing
1.	12 September 2018	Penentuan Judul	
2.	22 Oktober 2018	Pengajuan BAB 1,2,dan 3	
3.	29 Oktober 2018	Pengajuan revisi pertama BAB 1, 2, 3	
4.	12 November 2018	Pengajuan revisi kedua BAB 1, 2, 3	
5.	21 November 2018	ACC proposal skripsi	
6.	17 Desember 2018	Seminar proposal	
7.	28 Juni 2019	Konsultasi hasil penelitian	
8.	1 Juli 2019	Konsultasi hasil penelitian	
9.	8 Juli 2019	Penyerahan hasil penelitian dan pengajuan BAB 1,2,3, 4, dan 5	
10.	11 Juli 2019	Revisi BAB 1,2,3,4, 5, dan lampiran serta penyerahan artikel	
11.	15 Juli 2019	ACC ujian skripsi	

Catatan:

- Lembar ini harus dibawa dan diisi setiap melakukan konsultasi
- Lembar ini harus dibawa sewaktu seminar proposal skripsi dan ujian skripsi

CS Scanned with CamScanner

Lampiran 8. Lembar Konsultasi Penyusunan Skripsi Pembimbing Anggota



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus BumiTegalbotoJember 68121
Telepon: 0331-334988, 330738 Fax: 0331-334988
Laman: www.fkip.unej.ac.id

LEMBAR KONSULTASI PENYUSUNAN SKRIPSI
Pembimbing Anggota

Nama : Iir Nur Choiriya
NIM : 150210103044
Jurusan/Program Studi : Pendidikan MIPA/ Pendidikan Biologi
Judul : Uji Potensi Selulolitik Isolat Fungi Limbah Sayur Di Pasar Tanjung Kabupaten Jember Dan Pemanfaatannya Sebagai Buku Karya Ilmiah Populer

Pembimbing Anggota : Siti Murdiah, S.Pd., M.Pd

Kegiatan Konsultasi

No.	Hari/ Tanggal	Materi Konsultasi	Tanda Tangan Pembimbing
1.	12 September 2018	Penentuan Judul	
2.	26 Oktober 2018	Pengajuan BAB 1,2,dan 3	
3.	2 November 2018	Pengajuan revisi pertama BAB 1, 2, 3	
4.	7 November 2018	Pengajuan revisi kedua BAB 1, 2, 3	
5.	21 November 2018	ACC proposal skripsi	
6.	17 Desember 2018	Seminar proposal	
7.	28 Juni 2019	Konsultasi hasil penelitian	
8.	1 Juli 2019	Konsultasi hasil penelitian	
9.	4 Juli 2019	Penyerahan hasil penelitian dan pengajuan BAB 1,2,3, 4, dan 5	
10.	8 Juli 2019	Revisi BAB 1,2,3,4, 5, dan lampiran serta penyerahan artikel	
11.	10 Juli 2019	ACC ujian skripsi	

Catatan:
3. Lembar ini harus dibawa dan diisi setiap melakukan konsultasi
4. Lembar ini harus dibawa sewaktu seminar proposal skripsi dan ujian skripsi