



**IDENTIFIKASI FUNGI SELULOLITIK DARI LIMBAH SAYUR DI PASAR
GEBANG, JEMBER DAN PEMANFAATANNYA SEBAGAI
BUKU KARYA ILMIAH POPULER**

SKRIPSI

Oleh:

Riko Andrias Julianto

NIM 150210103059

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





**IDENTIFIKASI FUNGI SELULOLITIK DARI LIMBAH SAYUR DI PASAR
GEBANG, 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:

Riko Andrias Julianto

NIM 150210103059

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

2019

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, tak lupa sholawat serta salam semoga selalu terlimpahkan kepada Nabi Muhammad Shallallahu alaihi wasallam yang telah berjuang membawa islam menjadi rahmatan lil alamin. Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Ayah Sudarto dan Ibu Chusnul Chotimah tercinta yang telah memberikan curahan kasih sayang, limpahan doa beserta dukungan moral dan materi sehingga saya bisa melangkah sampai saat ini;
2. Guru-guru SD, SMP, SMA dan dosen Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember, terima kasih yang tak terhingga atas segala ilmu dan didikan yang engkau berikan kepadaku sehingga bisa menghantarkan ku hingga jenjang saat ini;
3. 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)



Departemen Agama RI Al-Hikmah. 2005. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung : Diponegoro.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Riko Andrias Julianto

NIM : 150210103059

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Identifikasi Fungi Selulolitik dari Limbah Sayur di Pasar Gebang, Jember dan Pemanfaatannya sebagai Buku 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.

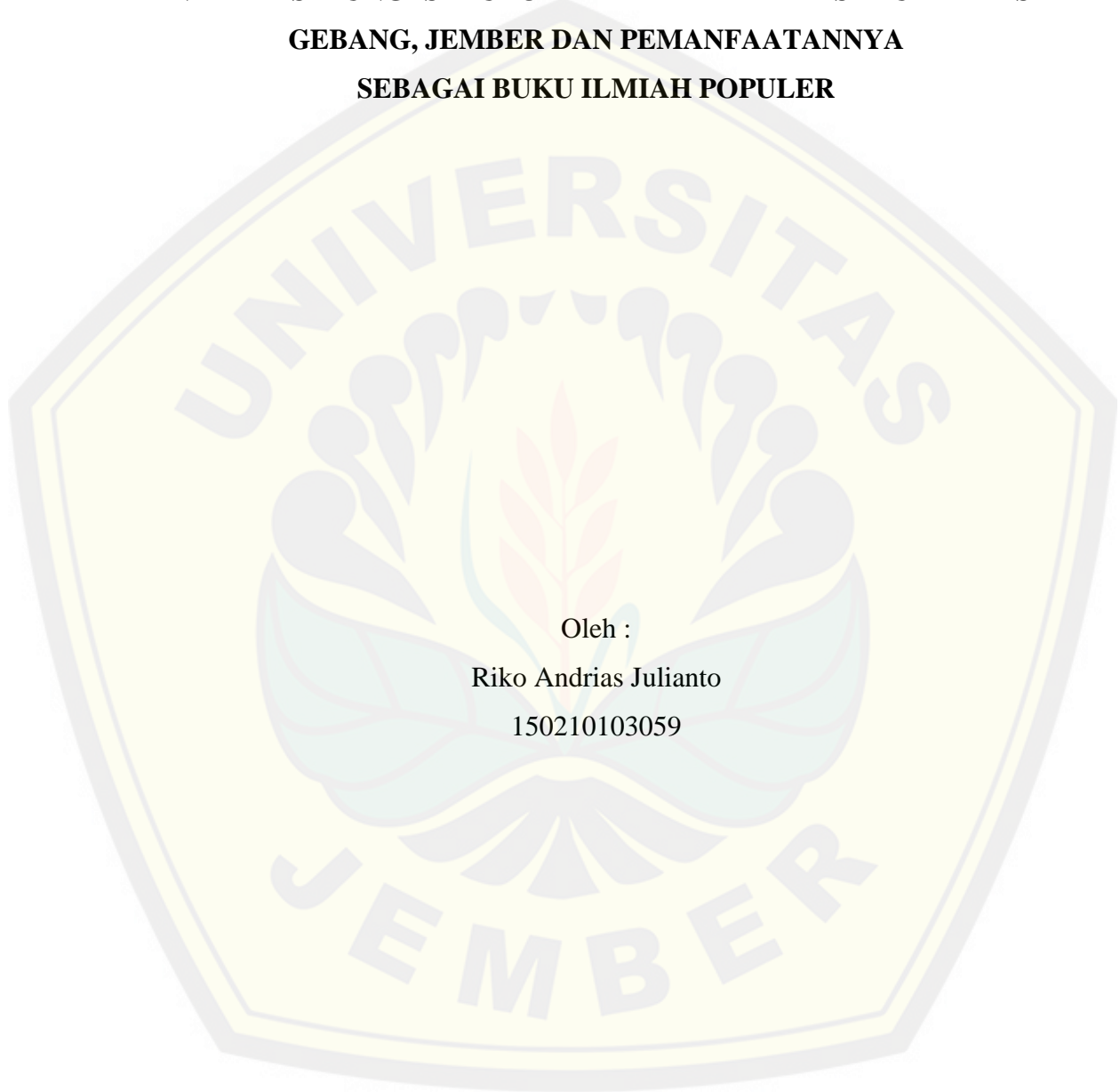
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juli 2019
Yang Bersangkutan

Riko Andrias Julianto
NIM. 150210103059

SKRIPSI

**IDENTIFIKASI FUNGI SELULOLITIK DARI LIMBAH SAYUR DI PASAR
GEBANG, JEMBER DAN PEMANFAATANNYA
SEBAGAI BUKU ILMIAH POPULER**



Oleh :

Riko Andrias Julianto

150210103059

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Dwi Wahyuni, M. Kes

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

PERSETUJUAN

**IDENTIFIKASI FUNGI SELULOLITIK DARI LIMBAH SAYUR DI PASAR
GEBANG, JEMBER DAN PEMANFAATANNYA
SEBAGAI BUKU 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 : Riko Andrias Julianto
NIM : 150210103059
Jurusan/Program : Pendidikan MIPA/ P. Biologi
Angkatan Tahun : 2015
Daerah Asal : Jombang
Tempat, Tanggal Lahir : Jombang, 09 Juli 1996

Disetujui oleh

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Dwi Wahyuni, M. Kes
NIP.196003091987022002

Siti Murdiah S.Pd.,M.Pd.
NIP. 1979050320060402001

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Identifikasi Fungi Selulolitik dari Limbah Sayur di Pasar Gebang Jember dan Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer” Telah Diuji dan Disahkan pada :

Hari : Senin
Tanggal : 29 Juli 2019
Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Dwi Wahyuni, M. Kes
NIP.196003091987022002

Siti Murdiah S.Pd., M.Pd.
NIP. 1979050320060402001

Anggota I,

Anggota II,

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

Ika Lia Novenda, S.Pd., M.Pd
NRP. 760014635

Mengesahkan,
Dekan FKIP Universitas Jember

Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.
NIP. 196808021993031004

RINGKASAN

IDENTIFIKASI FUNGI SELULOLITIK DARI LIMBAH SAYUR DI PASAR GEBANG JEMBER DAN PEMANFAATANNYA SEBAGAI BUKU ILMIAH POPULER; Riko Andrias Julianto; 2019; 67 halaman; Program Studi Pendidikan Biologi; Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

Sayur merupakan salah satu tanaman hasil pertanian Indonesia yang dapat ditemui dalam jumlah banyak. Badan Pusat Statistik tahun 2017 mencatatkan bahwa produksi sayur di Indonesia mencapai angka 10,5 juta ton per tahunnya. Karena banyaknya produksi sayur ini, sebagian akan berpotensi menjadi limbah. Hal ini dikarenakan sayur mudah sekali rusak sebab memiliki kandungan air sebesar 85-95% sehingga menjadi media tumbuh mikroorganisme.

Data dari Dinas Kebersihan dan Pengelolaan Sampah TPA Pakusari tahun 2018, setiap hari jumlah limbah yang masuk ke TPA Pakusari, Jember sebanyak 1.460 m³. Limbah sayur sendiri menyumbang sebesar 32ton/hari. Limbah sayur merupakan limbah padat organik, yang sudah tidak layak jual. Limbah sayur ini jika tidak dilakukan pengolahan lebih lanjut akan menimbulkan bau tidak sedap dan berdampak pada lingkungan. Berbagai macam limbah sayur merupakan salah satu masalah yang harus dihadapi oleh masyarakat maupun instansi pengelola limbah khususnya mengenai limbah pasar di daerah Pasar Gebang, Jember. Sebagian kecil dari limbah pasar tersebut dimanfaatkan warga sebagai pakan ternak dan pupuk kompos, akan tetapi hal tersebut belum memadai dengan laju limbah sayur setiap harinya. Banyaknya limbah sayur yang belum dimanfaatkan akan menyebabkan sanitasi lingkungan yang buruk jika dibiarkan terus menerus. Penanganan untuk mencegah peristiwa tersebut dapat dilakukan dengan cara memanfaatkan mikroorganisme tertentu yang mampu untuk menguraikan limbah sehingga kesehatan

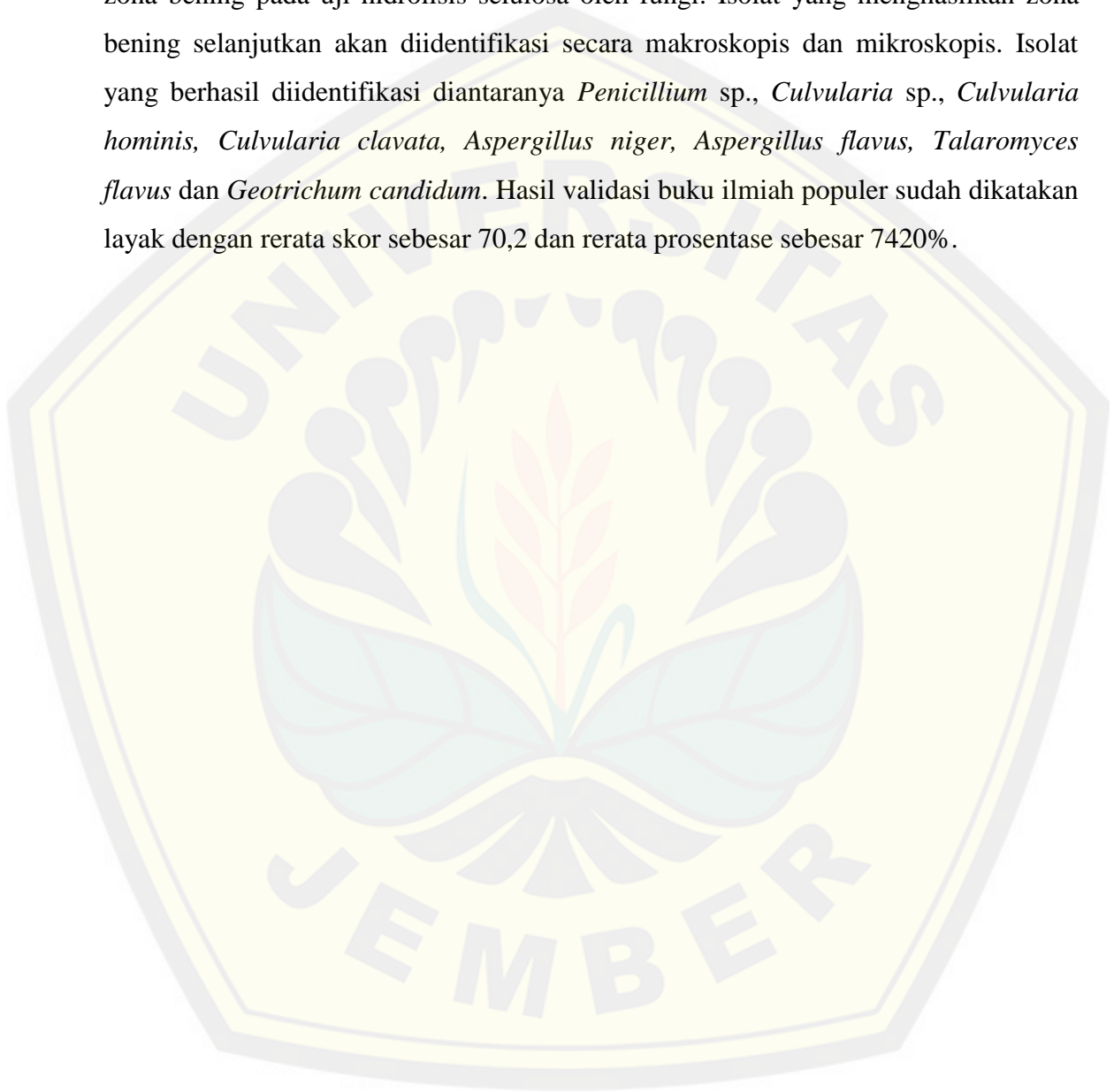
lingkungan masyarakat tetap terjaga dan penumpukan limbah limbah semakin berkurang.

Limbah sayur dapat ditanggulangi dengan cara salah satunya yaitu dengan pemanfaatan jamur dalam mendegradasi. Jamur yang berperan dalam mengdegradasi limbah sayur ini biasa disebut fungi selulolitik. Fungi selulolitik merupakan fungi yang memiliki kemampuan dalam menghidrolisis selulosa alami melalui aktivitas selulosa yang dimilikinya. Fungi selulolitik akan memecah senyawa selulosa menjadi glukosa dengan bantuan enzim selulase yang ada pada jamur.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis fungi selulolitik terdapat dari limbah sayur di Pasar Gebang, Jember melalui proses isolasi dan identifikasi serta mempublikasikan hasil penelitian melalui buku ilmiah populer yang telah melalui tahapan validasi kelayakan buku. Penelitian ini merupakan penelitian eksplorasi yaitu dengan cara mengisolasi fungi yang ada pada limbah sayur di Pasar Gebang, Jember.

Penelitian ini merupakan penelitian eksploratif yang dimulai dari bulan Februari sampai bulan Mei 2019. Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu tahapan isolasi, uji hidrolisis selulosa oleh fungi, identifikasi fungi yang ditemukan dan validasi buku ilmiah populer oleh ahli materi dan ahli media. Tahap isolasi dimulai dari pengambilan sampel yang ada di Pasar Gebang, Jember, sampel yang telah diambil kemudian dilakukan preparasi dan isolasi. Tahapan selanjutnya adalah uji hidrolisis selulosa oleh fungi, pada tahapan ini isolat fungi akan diinokulasikan pada medium PDA dengan perkayaan CMC untuk melihat potensi hidrolisis selulosa yang dimilikinya. Potensi hidrolisis selulosa ini ditandai dengan adanya zona bening pada sekitar koloni. Tahapan ketiga adalah tahap identifikasi. Identifikasi dilakukan dengan berdasarkan ciri makroskopis dan mikroskopis. Karakter makroskopis yang diamati meliputi diameter koloni pada hari ke-7, warna permukaan koloni, bentuk koloni, tipe permukaan koloni dan tipe pertumbuhan koloni, sedangkan untuk karakter mikroskopisnya adalah hifa bersekat atau tidak bersekat dan struktur reproduksinya. Tahapan terakhir adalah validasi buku ilmiah populer oleh ahli materi dan ahli media.

Berdasarkan hasil isolasi terdapat 12 isolat fungi yang berhasil diisolasi dari limbah sayur, dari 12 isolat tersebut hanya terdapat 8 isolat yang mampu membentuk zona bening pada uji hidrolisis selulosa oleh fungi. Isolat yang menghasilkan zona bening selanjutnya akan diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis. Isolat yang berhasil diidentifikasi diantaranya *Penicillium* sp., *Culvularia* sp., *Culvularia hominis*, *Culvularia clavata*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Talaromyces flavus* dan *Geotrichum candidum*. Hasil validasi buku ilmiah populer sudah dikatakan layak dengan rerata skor sebesar 70,2 dan rerata prosentase sebesar 7420%.



PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas karunia nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Identifikasi Fungi Selulolitik dari Limbah Sayur di Pasar Gebang, 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 dan Pembimbing Utama yang telah tulus dan ikhlas meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
3. Dr. Iis Nur Asyiah, S.P., M.P. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember;
4. Siti Murdiyah, S.Pd., M.Pd. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah bersedia memberikan saran, perhatian serta motivasi dalam penulisan skripsi ini;
5. Prof. Dr. H. Joko Waluyo, M.Si. selaku Dosen Penguji Utama yang telah bersedia memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
6. Ika Lia Novenda, S.Pd., M.Pd. selaku Dosen Penguji Anggota yang telah bersedia memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
7. Kamalia Fikri, S.Pd., M.Pd. selaku Ketua Laboratorium Pendidikan Biologi;

8. Semua dosen Pendidikan Biologi, Universitas Jember, atas semua ilmu yang telah diberikan selama menjadi mahasiswa Pendidikan Biologi;
9. Mahbubatur Rohma, Enki Dani Nugroho, Muhammad Efendi dan seluruh teknisi laboratorium di Program Studi Pendidikan Biologi;
10. Ijatul Arifa, terima kasih atas dukungan, semangat dan segala bantuan demi selesainya skripsi ini;
11. Iir Nur Choiriya, terima kasih telah menjadi patner penelitian yang selalu mengingatkan dan sabar hingga terselesainya skripsi ini;
12. Teman-teman “NKC”, Duki, Nailul, Naufal, Purwoyudo, Anam, Dwi Astiti, Selly, Anggi, Inneke, Irma, Vela, yang telah memberikan dukungan dan semangat serta penghibur ketika mengerjakan revisian;
13. Teman-teman kos “Mymanz Cell” Mas Alex, Mas Rozak, Mas Gery, Mas Opick yang selalu menjadi penghibur ketika mengerjakan revisian;
14. Teman-teman seperjuangan Bioedu’15 yang telah memberikan semangat dan kenangan yang sangat berkesan dan tak terlupakan;
15. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulisan menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang sifatnya membangun akan menyempurnakan penulisan skripsi ini serta bermanfaat bagi penulis, pembaca dan bagi penelitian selanjutnya.

DAFTAR ISI

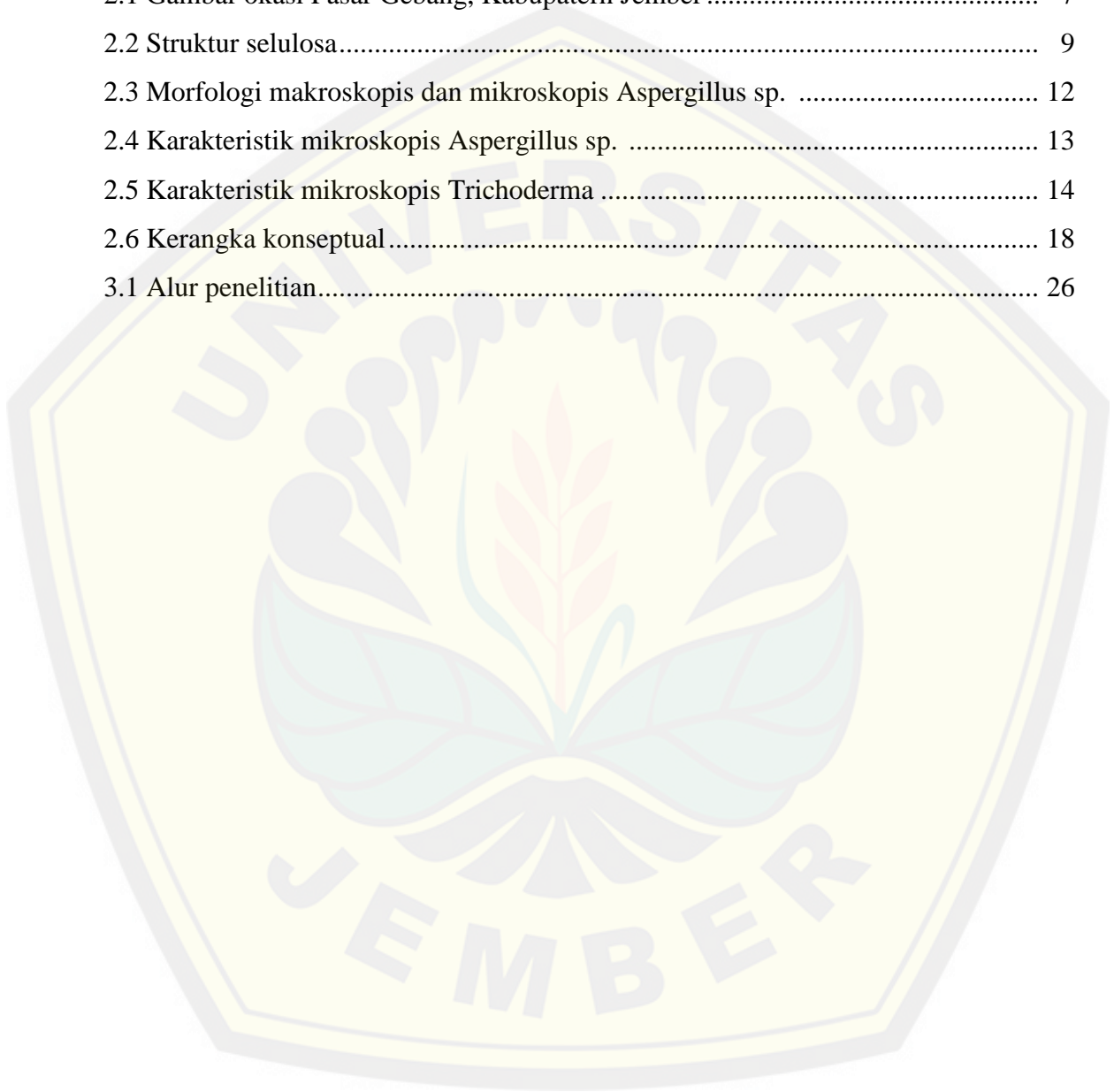
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PERSETUJUAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pasar Gebang Kabupaten Jember.....	5
2.2 Limbah Sayur	6
2.3 Selulosa	7
2.4 Fungi	9
2.4.1 Fungi Selulolitik.....	10

a. Aspergillus sp.	11
b. Trichoderma sp.	13
2.5 Fungsi Fungi Selulolitik dalam Mendegradasi Limbah Sayur.....	13
2.6 Buku Karya ilmiah populer.....	15
2.7 Kerangka Konseptual.....	17
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Jenis Penelitian.....	18
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	18
3.3 Variabel Penelitian.....	18
3.4 Definisi Operasional.....	18
3.5 Prosedur Penelitian.....	19
3.5.1 Alat dan Bahan.....	19
3.5.2 Prosedur Kerja.....	20
3.6 Penyusunan Buku Karya Ilmiah Populer.....	22
3.7 Analisis Data.....	23
3.7.1 Analisis Data Penelitian.....	23
3.7.2 Analisis Validasi Buku Karya ilmiah populer.....	24
3.7 Alur Penelitian.....	25
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Hasil Penelitian.....	26
4.1.1 Hasil Isolasi Fungi dari Limbah Sayur.....	26
4.1.2 Hasil Uji Hidrolisis Selulosa oleh Fungi.....	26
4.1.3 Hasil Identifikasi Isolat Fungi yang Ditemukan.....	29
4.1.4 Hasil Uji Validasi Buku Ilmiah Populer.....	38
4.2 Pembahasan.....	38
4.2.1 Isolasi Fungi yang Ditemukan.....	38

4.2.2 Uji Hidrolisis Selulosa oleh Fungi.....	39
4.2.3 Identifikasi Fungi Selulolitik yang Ditemukan.....	39
4.2.4 Validasi Buku Ilmiah Populer.....	42
BAB 5. PENUTUP.....	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA.....	46
LAMPIRAN A. MATRIKS PENELITIAN.....	52
LAMPIRAN B. IDENTIFIKASI DENGAN BEBERAPA LITERATUR.....	60
LAMPIRAN C. HASIL VALIDASI BUKU ILMIAH POPULER.....	64

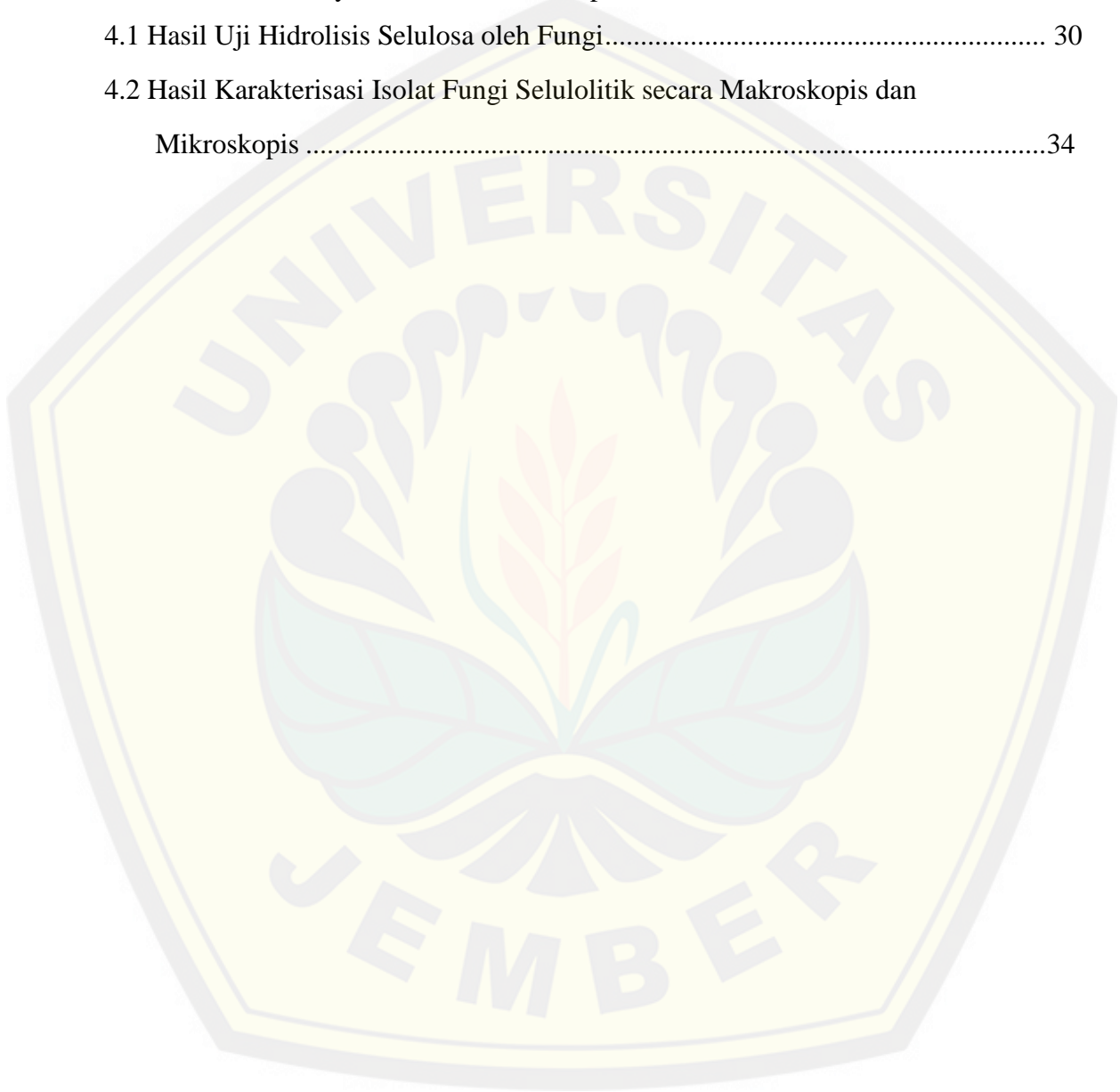
DAFTAR GAMBAR

2.1 Gambar okasi Pasar Gebang, Kabupaten Jember	7
2.2 Struktur selulosa.....	9
2.3 Morfologi makroskopis dan mikroskopis <i>Aspergillus</i> sp.	12
2.4 Karakteristik mikroskopis <i>Aspergillus</i> sp.	13
2.5 Karakteristik mikroskopis <i>Trichoderma</i>	14
2.6 Kerangka konseptual.....	18
3.1 Alur penelitian.....	26



DAFTAR TABEL

3.1 Kualifikasi Kelayakan Buku Ilmiah Populer	25
4.1 Hasil Uji Hidrolisis Selulosa oleh Fungi.....	30
4.2 Hasil Karakterisasi Isolat Fungi Selulolitik secara Makroskopis dan Mikroskopis	34



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Sayur merupakan salah satu tanaman hasil pertanian Indonesia yang dapat ditemui dalam jumlah banyak. Menurut Badan Pusat Statistik tahun 2017, produksi sayur di Indonesia mencapai angka 10,5 juta ton per tahunnya. Karena banyaknya produksi sayur ini, sebagian akan berpotensi menjadi limbah. Hal ini dikarenakan sayur mudah sekali rusak sebab memiliki kandungan air sebesar 85-95% sehingga menjadi media tumbuh mikroorganisme (Imaduddin, 2013).

Data dari Dinas Kebersihan dan Pengelolaan Sampah TPA Pakusari tahun 2018, setiap hari jumlah limbah yang masuk ke TPA Pakusari, Jember sebanyak 1.460 m³. Limbah yang dihasilkan tersebut meliputi limbah organik yang persentasenya 81,9%; non organik 13,65% dan limbah beracun atau B3 (limbah baterai, limbah medis dan limbah sisa kemasan pestisida) sebesar 4,5%. Limbah pasar sendiri menyumbang sekitar 32 ton/hari yang dikumpulkan dan dibuang ke tempat pembuangan akhir. Limbah sayur merupakan salah satu dari limbah pasar yang banyak dibuang ke TPA Pakusari, Jember.

Limbah sayur merupakan limbah padat organik, yang sudah tidak layak jual. Limbah sayur ini jika tidak dilakukan pengolahan lebih lanjut akan menimbulkan bau tidak sedap dan berdampak pada lingkungan (Siboro et al., 2013). Berbagai macam limbah sayur atau buah-buahan merupakan salah satu masalah yang harus dihadapi oleh masyarakat maupun instansi pengelola limbah khususnya mengenai limbah pasar di daerah Pasar Gebang, Jember. Sebagian kecil dari limbah pasar tersebut dijadikan sebagai pakan ternak maupun dijadikan pupuk kompos oleh warga sekitar. Limbah pasar yang dimanfaatkan sebagai pakan ternak merupakan limbah sayur yang masih terlihat segar, selain itu juga digunakan sebagai pupuk kompos, akan tetapi dilapangan memperlihatkan bahwa belum banyak limbah pasar yang diolah dijadikan pupuk kompos (Rahmawanti, 2014). Banyaknya limbah sayur yang belum dimanfaatkan akan

menyebabkan sanitasi lingkungan yang buruk jika dibiarkan terus menerus. Penanganan untuk mencegah peristiwa tersebut dapat dilakukan dengan cara memanfaatkan mikroorganisme tertentu yang mampu untuk menguraikan limbah sehingga kesehatan lingkungan masyarakat tetap terjaga dan penumpukan limbah semakin berkurang.

Limbah sayur sendiri terdiri dari limbah organik dengan biomassa berat keringnya mengandung pati, hemiselulosa, dan selulosa (Irawan et al, 2010). Selulosa merupakan karbohidrat utama yang disintesis oleh tumbuhan dan menempati hampir 60% komponen penyusun struktur tumbuhan (Hasanah, 2015). Selulosa tersusun atas polimer linear glukosa dengan ikatan 1,4 β -glukosida (Hasanah, 2015). Proses penguraian selulosa secara alami memerlukan bantuan mikroorganisme yang mengeluarkan enzim selulase. Selulosa dihidrolisis oleh enzim selulase dengan memotong ikatan 1,4 β -glukosida pada rantai panjang selulosa (Perez, 2002). Selulosa, pada lingkungan aerobik akan terurai menjadi glukosa dan karbondioksida yang akan bergabung ke dalam sel yang sedang tumbuh, sedangkan selulosa pada lingkungan anaerobik akan terurai menjadi alkohol dan asam organik (Hadiyanti, 2011; Sunatri, 2013). Limbah sayur ini dapat ditanggulangi dengan cara salah satunya yaitu dengan pemanfaatan jamur dalam mendegradasi.

Jamur yang berperan dalam mendegradasi limbah sayur ini biasa disebut fungi selulolitik. Fungi selulolitik merupakan fungi yang memiliki kemampuan dalam menghidrolisis selulosa alami melalui aktivitas selulosa yang dimilikinya (Hasanah dan Saskiawan, 2015). Fungi selulolitik akan memecah senyawa selulosa menjadi glukosa dengan bantuan enzim selulase yang ada pada jamur. Suryani (2012) dalam penelitiannya menyatakan bahwa efisiensi degradasi bahan organik dari tumbuhan oleh fungi golongan tertentu tergantung pada kemampuan menghasilkan enzim selulase untuk mendegradasi selulosa dan karena selulosa merupakan bentuk karbohidrat yang tidak dapat didegradasi secara langsung. Fungi yang mampu menghasilkan selulase dalam proses metabolisme antara lain

berasal dari genus *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Chaetomium*, *Rhizoctonia*, *Trizopus*, *Botryotrichum*, *Fusarium* dan *Penicillium* (Aminah dan Supraptini, 2003; Irawan, 2008; Razie, 2011). Akan tetapi, sampai saat ini belum ada penelitian mengenai identifikasi fungi selulolitik di Kabupaten Jember, khususnya di Pasar Gebang, Jember. Sehingga, belum diketahui jenis-jenis fungi selulolitik yang terdapat di Pasar Gebang, Jember. Maka diperlukan identifikasi fungi selulolitik, agar dapat mengetahui fungsi-fungsi yang mampu mendegradasi limbah sayur secara tepat.

Berdasarkan latar belakang di atas penelitian ingin mengungkap potensi fungi selulolitik yang berada pada limbah sayur Pasar Gebang, Kabupaten Jember. Penelitian tersebut dapat dimanfaatkan secara teoritis dan menjadi bacaan bagi masyarakat sebagai buku karya ilmiah. Karya ilmiah merupakan tulisan yang membahas suatu masalah. Pembahasan itu dilakukan berdasarkan pengamatan, pengumpulan data didapat dari penelitian (Wulandari dan Utomo, 2012). Adanya buku karya ilmiah populer bertujuan untuk menambah wawasan bagi pembaca. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai “Identifikasi Fungi Selulolitik dari Limbah Sayur di Pasar Gebang, Jember dan Pemanfaatannya sebagai Buku Karya Ilmiah Populer”.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

- a. Apa saja spesies fungsi yang berpotensi sebagai pendegradasi selulosa limbah sayur di Pasar Gebang, Jember?
- b. Bagaimana kelayakan buku karya ilmiah populer mengenai “identifikasi fungi selulolitik dari limbah sayur di Pasar Gebang, Jember”?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah yang sudah berlendir dan sudah menimbulkan bau busuk.
- b. Identifikasi yang dilakukan meliputi pengamatan morfologi jamur secara makroskopis dan mikroskopis sampai pada tingkat genus.
- c. Uji kelayakan buku karya ilmiah populer sampai pada uji validasi ahli materi dan validasi ahli media.

1.4 Tujuan Penelitian

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

- a. Untuk mengetahui spesies fungi yang memiliki potensi dalam mendegradasi selulosa dari limbah limbah sayur di Pasar Gebang, Jember.
- b. Untuk mengetahui kelayakan dari buku karya ilmiah populer hasil penelitian tentang Identifikasi Fungi Selulolitik dari Limbah Sayur di Pasar Gebang, Jember.

1.5 Manfaat Penelitian

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

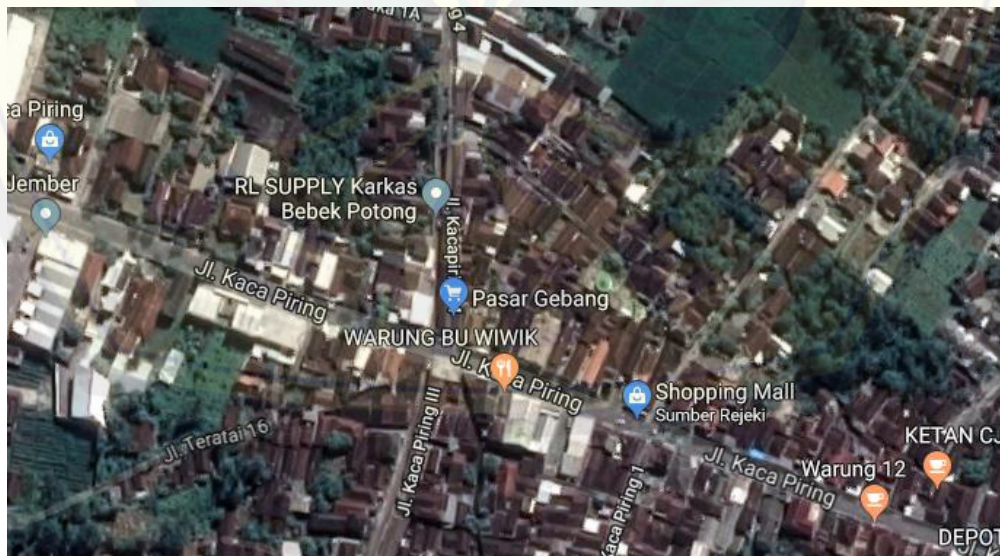
- a. Bagi peneliti, dapat memberikan pengetahuan mengenai kemampuan fungi selulolitik dalam mendegradasi limbah limbah sayur
- b. Bagi peneliti lain, dapat dijadikan acuan untuk melakukan penelitian lanjutan
- c. Bagi masyarakat, dapat memberikan informasi bahwa terdapat jamur yang mampu mendegradasi limbah sayur sehingga dapat meminimalisir limbah organik yang dapat mencemari lingkungan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pasar Gebang Kabupaten Jember

Pasar adalah tempat umum yang digunakan sebagai sarana berkumpulnya banyak orang dan melakukan interaksi atau hubungan dengan sesamanya. Salah satu bentuk interaksi tersebut adalah dengan bertemu antara penjual dan pembeli untuk melakukan transaksi jual beli dengan harga yang telah disepakati (Nurchaya dkk., 2014). Pasar sebagai tempat berdagang tentu memiliki potensi besar sebagai sumber tumbunan sampah dan limbah cair. Sebagai pusat dagang pasar selalu berada pada lokasi yang strategis (Jana dkk., 2016).

Di Indonesia terdapat 13.450 pasar tradisional pada tahun 2007, sedangkan di Kabupaten Jember sendiri terdapat 31 pasar tradisional milih pemerintah daerah (Nurchaya dkk., 2014). Salah satu pasar yang ada di Kabupaten Jember ini adalah Pasar Gebang. Lokasi absolut Pasar Gebang, Jember sendiri adalah $8^{\circ}09'55''$ lintang selatan dan $113^{\circ}41'04''$ bujur timur, sedangkan lokasi Pasar Gebang, Jember secara relatif berlokasi di Desa Gebang, Kecamatan Patrang, Kabupaten Jember, Jawa Timur, seperti yang digambarkan pada Gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 lokasi pasar Gebang, Kabupaten Jember (Google maps, 2019)

Pasar Gebang berdiri pada tahun 1970 dengan total luas 13.580 m². Pasar gebang dibagi menjadi dua lokasi pasar, yaitu lokasi Pasar Gebang atas dan Pasar Gebang atas. Pasar Gebang mengakomodasi transaksi jual beli berupa bahan loak besi, onderdil motor dan mobil, konfeksi, sembako, daging, ikan basah/kering, buah-buahan, sayur-sayuran dan lain sebagainya (Dinas Pasar Kabupaten Jember, 2015).

2.2 Limbah Sayur

Limbah adalah bahan buangan padat atau semi padat yang dihasilkan dari aktifitas manusia atau hewan yang dibuang karena tidak diinginkan atau tidak digunakan lagi. Limbah dapat juga diartikan sebagai limbah yang bersifat padat terdiri dari limbah organik, limbah anorganik dan limbah B3 yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan (Nugraha, 2012). Sementara itu, Apriadji (1998) mendefinisikan limbah adalah limbah yang berbentuk padat atau cair hasil dari sisa-sisa bahan yang mengalami perlakuan-perlakuan, baik karena telah diambil bagian utamanya, atau karena pengelolaan, atau karena sudah tidak ada manfaatnya, yang ditinjau dari aspek pencemaran atau gangguan kelestarian lingkungan.

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, hanya ditumpuk di tempat pembuangan dan selanjutnya dibuang ke TPA jika tumpukan sudah meninggi. Penumpukan limbah padat yang terlalu lama dapat mengakibatkan pencemaran, yaitu bersarangnya hama-hama dan timbulnya bau yang tidak diinginkan (Sulistyorini, 2005).

Menurut Siboro *et al* (2013) limbah pasar sayur adalah limbah padat organik, terdiri dari kumpulan berbagai macam sayuran setelah disortir karena sudah tidak layak jual. 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.

Limbah hayati pasar terdiri dari bahan-bahan hayati yang dibuang karena tidak dapat dijual. Limbah ini banyak terdiri dari sayur-sayuran, buah-buahan yang sudah busuk dan daun-daun lainnya. Sayur-sayuran seperti kentang, ketimun dan buncis mengandung banyak enzim. Enzim-enzim tersebut apabila tidak dinaktifkan akan dapat menimbulkan bau yang menyengat (Siboro *et al*, 2013).

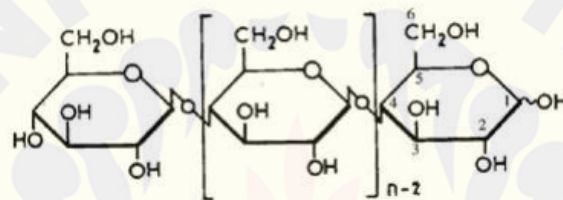
2.3 Selulosa

Selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel tanaman. Kandungan selulosa pada dinding sel tanaman tingkat tinggi sekitar 35-50% dari berat kering tanaman (Lynd *et al.*, 2002). Selulosa merupakan polimer glukosa dengan ikatan β -1,4 glukosida dalam rantai lurus, struktur dasar selulosa berupa suatu selobiosa yaitu dimer dari glukosa. Rantai panjang selulosa terhubung bersama melalui ikatan hidrogen dan gaya van der Waals.

Selulosa mengandung sekitar 50-90% bagian kristal dan sisanya bagian amorf. Selulosa merupakan satu polimer dari glukosa yang memiliki struktur fisik yang spesifik dan resistan terhadap bahan-bahan reaksi kimiawi. Selulosa memiliki bentuk senyawa kimiawi terpisah (tunggal). Selulosa banyak terdapat pada bahan-bahan berserat dan berkayu seperti pada jerami, rumput, daun-daunan, batang, dan ranting tanaman. Pada tanaman muda dan tanaman yang banyak mengandung air, bahan dinding selnya memiliki persentase jumlah yang rendah, sedangkan kandungan gula, protein dan bahan-bahan yang terlarut memiliki persentase jumlah yang tinggi. Pada tanaman dewasa, batang, daun dan ranting-rantingnya memiliki kandungan selulosa yang tinggi. Selulosa dapat didegradasi dengan mudah hanya oleh organisme-organisme tertentu yang spesifik, diantaranya kapang, bakteri, *Actinomyces* dan hewan-hewan tingkat rendah (Aziz *et al.*, 2002).

Selulosa merupakan polisakarida yang mempunyai rumus molekul $(C_6H_{10}O_5)_n$ dan sebagian bahan dasar dari jaringan tanaman. Struktur kimia rantai selulosa

ditunjukkan pada gambar 2.2. Secara alamiah molekul selulosa disusun dalam bentuk fibril, terdiri dari beberapa molekul glukosa paralel yang dihubungkan oleh ikatan hidrogen (Jalil, 2004). Selulosa membentuk komponen serat dari dinding sel tumbuhan. Tingkat kekuatan selulosa disebabkan oleh struktur keseluruhannya. Molekul selulosa merupakan rantai-rantai, atau mikrofibril dari D-glukosa sampai sebanyak 14.000 satuan yang terikat satu sama lain oleh ikatan hidrogen. Suatu molekul tunggal selulosa merupakan polimer lurus dari 1,4- β -D-glukosa (Howard, 2003).



Gambar 2.2 Struktur Selulosa (Lankinen, 2004).

Selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel tanaman dan hampir tidak pernah ditemui dalam keadaan murni di alam, melainkan berikatan dengan bahan lain, yaitu lignin dan hemiselulosa (Lynd *et al.*, 2002) membentuk suatu lignoselulosa. Degradasi selulosa oleh bakteri merupakan hasil kerja sekelompok enzim selulase (Howard *et al.*, 2003) yang bekerja secara sinergis. Menurut Sudana (1993) titik pusat pendekomposian selulosa terletak pada pecahnya ikatan 1,4 β -glukosida. Pecahnya ikatan 1,4 β -glukosida menyebabkan selulosa terhidrolisis menjadi senyawa yang lebih sederhana, yaitu oligosakarida (terutama selobiosa). Selanjutnya oligosakarida akan terhidrolisis menjadi monosakarida (terutama glukosa). Pemecahan ikatan 1,4 β -glukosida dilakukan oleh kompleks enzim selulase.

Sistem selulase sekurang-kurangnya terdiri dari tiga enzim: (1) Enzim endo- β -1,4-glukanase mempengaruhi secara serentak ikatan β -1,4 di dalam makromolekul dan menghasilkan potongan-potongan besar berbentuk rantai dengan ujung-ujung bebas, (2) Enzim ekso- β -1,4-glukanase memotong mulai dari ujung-ujung rantai disakarida selobiosa, (3) Enzim β -glukosidase menghidrolisis selobiosa dengan

membentuk glukosa. Enzim-enzim ini hanya akan dibentuk oleh mikroorganisme (Schlegel dan Schmidt, 1994).

2.4 Fungi

Fungi dalam bahasa latin yang berarti jamur. Fungi sudah dikenal manusia sejak lama dan biasa dijadikan sebagai bahan makanan, obat-obatan dan aneka olahan fermentasi yang didapatkan dengan bantuan fungi. Fungi sendiri merupakan makhluk hidup eukariotik yang tidak memiliki klorofil. Ciri khas dari fungi jika dibanding dengan makhluk hidup lainnya adalah memiliki dinding sel yang tersusun atas zat kitin. Zat kitin merupakan zat yang sama seperti pada kulit udang dan hewan Crustacea lainnya. Selain itu fungi tersusun atas hifa-hifa (Wahyuni, 2010).

Jamur tidak dapat berfotosintesis, sehingga jamur mengambil makanan dari lingkungannya (heterotrof). Jamur hidup secara parasit dan saprofit. Jamur saprofit banyak dijumpai pada sisa-sisa jasad makhluk hidup seperti pada bangkai binatang, diatas tanah dan juga pada kayu yang lapuk. Sedangkan jamur yang bersifat parasit biasanya menempel pada makhluk hidup yang masih aktif atau masih hidup, sehingga jamur tersebut mengambil nutrisi dari makhluk hidup yang ditumpanginya (Wahyuni, 2010).

Kingdom jamur dibagi menjadi 5 kelompok besar, yaitu Ascomycota, Deuteromycota, Basidiomycota, Zygomycota, dan Chytridiomycota. Jamur Ascomycota merupakan kelompok jamur yang memiliki sekitar 32.250 spesies dan kebanyakan dari jamur Ascomycota merupakan jamur mikroskopis. Jamur Deuteromycota merupakan kelompok jamur yang tidak sempurna atau biasa disebut fungi imperfecti. Jamur ini memiliki sekitar 15.000 spesies. Jamur Basidiomycota merupakan jamur yang memiliki sekitar 22.500 spesies. Sebagian besar dari kelompok Basidiomycota merupakan jamur yang dapat dilihat oleh mata telanjang atau biasa disebut sebagai jamur makroskopis. Jamur Zygomycota merupakan jamur yang memiliki anggota sekitar 300 spesies. Ciri dari jamur ini adalah tidak memiliki septa pada hifanya. Jamur Chytridiomycota merupakan jamur yang memiliki sekitar

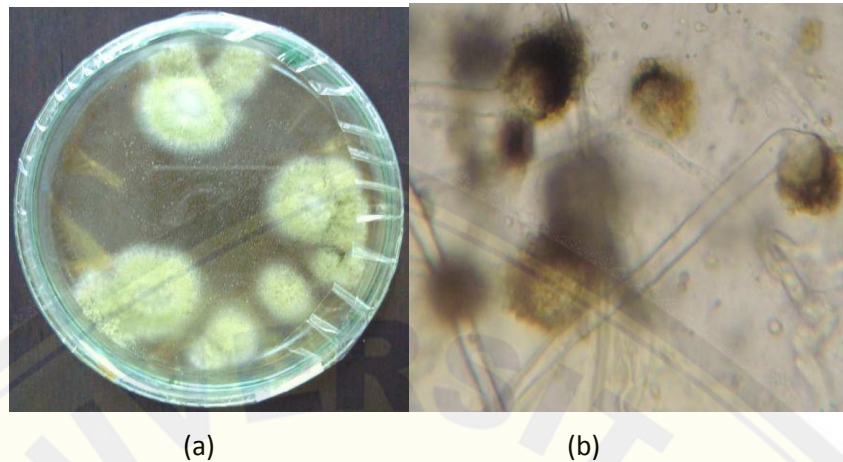
793 spesies dan sebagian dari jamur Chytridiomycota merupakan fungi akuatik (Moore-Landecker, 1996).

Jamur memiliki hasil metabolisme primer dan metabolisme sekunder. Metabolit primer adalah suatu metabolit atau molekul produk akhir atau produk antara dalam proses metabolisme makhluk hidup, yang fungsinya sangat esensial bagi kelangsungan hidup organisme tersebut, serta terbentuk secara intraseluler. Contohnya adalah protein, lemak, karbohidrat, dan DNA pada umumnya metabolit primer tidak diproduksi berlebihan (Dewick, 1999). Sedangkan yang dikatakan metabolit sekunder merupakan suatu molekul atau produk metabolit dari hasil proses metabolisme sekunder suatu mikroorganisme yang hasil metabolit tersebut bukan kebutuhan pokok mikroorganisme untuk tumbuh dan hidup (Pratiwi, 2008).

2.4.1 Fungi Selulolitik

Fungi selulolitik memiliki kemampuan untuk menghidrolisis selulosa alami melalui aktivitas enzim selulase yang dimiliki oleh fungi tersebut. Perolehan mikroba selulolitik yang mampu menghasilkan aktivitas selulase yang tinggi merupakan hal yang sangat penting untuk pengomposan limbah organik. Pengomposan dengan bantuan mikroba selulolitik ini bersifat ramah lingkungan (Hasanah dan Saskiawan, 2015).

Salah satu mikroorganisme utama yang dapat memproduksi selulase adalah fungi. Fungi berfilamen seperti *Aspergillus* sp. yang tertera pada Gambar 2.3, *Trichoderma* sp. dan *Fusarium* sp. adalah beberapa fungi penghasil enzim selulase. Ketiga fungi tersebut merupakan fungi selulolitik yang memiliki kemampuan mensekresi enzim selulase (Larasati dkk., 2015).



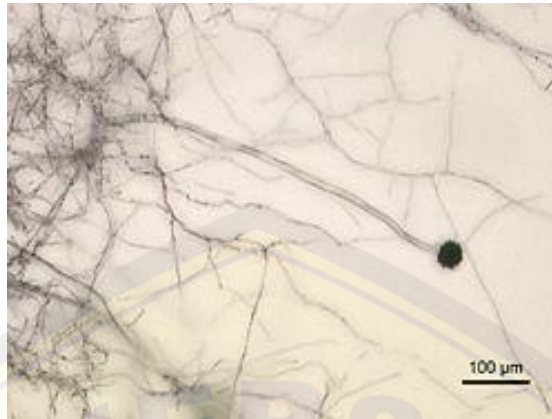
Gambar 2.3 Morfologi makroskopis (a) dan mikroskopis (b) koloni *Aspergillus* sp. (Ade, 2016)

Berdasarkan Garajova *et al.* (2016), fungi yang secara alami ditemukan pada dinding tanaman adalah beberapa jenis fungi *Trichoderma* sp. antara lain: *Trichoderma reesei*, *Trichoderma harzianum* dan *Trichoderma longibrachiatum*. Fungi yang paling banyak ditemukan di pasar Tradisional dan Swalayan adalah *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp. *Rhizopus* sp., dan *Trichoderma* sp. *Trichoderma* sp. (Aminah dan Supraotini, 2003). Fungi yang memiliki potensi selulolitik terdiri dari genus *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Rhizoctonia*, *Rhizopus* dan *Trichoderma* (Razie dkk., 2011).

A. Jamur *Aspergillus* sp.

Aspergillus merupakan mikroorganisme eukariot, saat ini diakui sebagai salah satu diantara beberapa makhluk hidup yang memiliki daerah penyebaran paling luas serta berlimpah di alam, selain itu jenis kapang ini juga merupakan kontaminan umum pada berbagai substrat di daerah tropis maupun subtropics (Hamelinck, 2005).

Genus Aspergillus merupakan salah satu jenis kapang selulolitik, yaitu kapang yang memiliki kemampuan merombak atau mendegradasi selulosa terutama pada kondisi aerob, ditunjukkan pada Gambar 2.4.



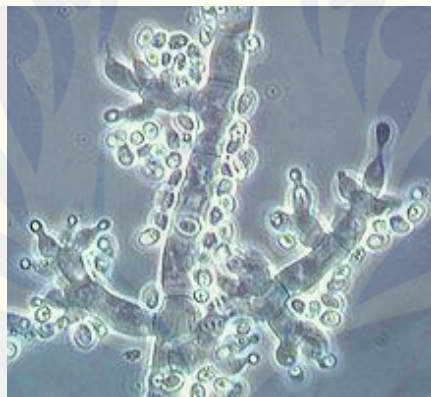
Gambar 2.4 Karakteristik mikroskopis *Aspergillus* sp. (Madigan et al., 2006).

Koloni *Aspergillus* sp. dapat mencapai ukuran 4-5 cm dalam 7 hari dan terdiri dari lapisan basal yang kompak berwarna putih hingga kuning dan suatu lapisan konidiofor yang lebat yang berwarna coklat tua hingga hitam. Kepala konidia berwarna hitam, berbentuk bulat dan cenderung merekah menjadi kolom-kolom pada koloni berumur tua. Vesikula berbentuk bulat hingga semi bulat, berukuran 3,5-5,0 μm, berwarna coklat, memiliki ornamentasi berupa tonjolan dan duri-duri yang tidak beraturan (Rehm, 1981).

Genus jamur *Aspergillus* dapat tumbuh pada suhu 35-37°C (optimum), 6-8°C (minimum), 45-47°C (maksimum) dan memerlukan oksigen yang cukup (aerobik). Salah satu genus *Aspergillus* yang mampu menghasilkan enzim selulase salah satunya adalah *Aspergillus niger*. Jamur ini adalah jamur penghasil enzim selulase yang dapat memecah serat kasar, dalam pertumbuhannya berhubungan secara langsung dengan zat makanan yang terdapat dalam media. Molekul sederhana yang terdapat disekeliling hifa dapat langsung diserap, molekul lain yang lebih kompleks seperti protein, lemak, dan selulosa harus dipecah sebelum diserap ke dalam sel, untuk itu *Aspergillus niger* menghasilkan beberapa enzim ekstraseluler diantaranya selulase (Lee, 2014).

B. Jamur Genus *Trichoderma*

Karakteristik makroskopis *Trichoderma sp.* berupa koloni berwarna putih kehijauan dan selanjutnya hijau redup terutama pada bagian yang banyak terdapat konidia, sedangkan bagian *reverse* tidak berwarna. Konidiofor dapat bercabang menyerupai piramida, yaitu pada bagian bawah cabang lateral yang berulang-ulang. Konidia berbentuk semi bulat hingga oval pendek dan berdinding relatif kasar. Klamidospora umumnya ditemukan dalam miselia dari koloni yang sudah tua, terletak interkalar dan kadang terminal, berbentuk bulat dan berdinding halus (Ariestaningtyas, 1991). Ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Karakteristik mikroskopis *Trichoderma* (Madigan et al., 2000).

Studi enzim selulase kompleks yang diisolasi dari genus *Trichoderma* menunjukkan keberadaan enzim berikut ini: (1) endoglukanase atau endo-1,4- β -D-glukanase, (2) eksoglukanase atau ekso- β -1,4-D-glukanase atau selobio-hidrolase yang memotong dari ujung-ujung rantai disakarida selobiosa, (3) β -glukosidase yang menghidrolisis selobiosa dengan membentuk glukosa (Moore-Lancecker, 1996).

2.5 Potensi Fungi Selulolitik dalam Mendegradasi Limbah Sayur

Biodegradasi adalah proses dimana bahan organik maupun anorganik mengalami penguraian secara biologis, khususnya oleh mikroba-mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi. Biodegradasi limbah

lignoselulosa secara umum disebut pengomposan, dengan merubah materi organik menjadi kompos atau humus. Bermanfaat untuk meningkatkan kesuburan tanah dan merangsang perakaran yang sehat, memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan kandungan bahan organik tanah dan meningkatkan kemampuan tanah (Isroi, 1997). Selain itu, Jalil (2004) menyatakan bahwa biodegradasi merupakan salah satu pengolahan limbah secara biologi yang sering dipilih karena efektif untuk pengolahan limbah organik terlarut dan membutuhkan biaya yang sedikit. Namun keberhasilan pengolahan limbah secara biologi sangat tergantung pada aktivitas dan kemampuan mikroorganisme pendegradasi bahan organik dalam limbah.

Menurut Ariestaningtyas (1991) prinsip pengolahan limbah secara biologi adalah pemanfaatan aktivitas mikroorganisme seperti bakteri, fungi, dan protozoa. Mikroorganisme tersebut merombak limbah organik menjadi senyawa organik sederhana dan mengkonversikannya menjadi gas karbondioksida (CO₂), air (H₂O) dan energi untuk pertumbuhan dan reproduksinya. Anindyawati (2009) menyatakan bahwa perubahan kimia dalam substrat organik yang berlangsung karena aksi katalisator biokimia yaitu enzim yang dihasilkan oleh mikroba hidup tertentu menyebabkan perubahan bahan organik yang kompleks menjadi bahan yang lebih sederhana oleh kegiatan enzim dari mikroorganisme, untuk memecah molekul limbah organik tersebut dihasilkan enzim ekstraseluler karena sel mikroorganisme impermeabel terhadap molekul selulosa. Enzim yang dihasilkan mikroorganisme untuk merombak selulosa adalah enzim selulase yang merupakan suatu kompleks enzim yang bekerja secara sinergistik. Kompleks enzim selulase sekurang-kurangnya melibatkan tiga komponen utama, yaitu endoglukanase, eksoglukanase atau selobiohidrolase (C1), β -glukosidase (Ray, 2003).

Menurut Irawan, et al (2008) dalam penelitiannya yang telah dilakukan, diketahui hasil eksplorasi dengan substrat berupa materi organik, berhasil diperoleh jamur yang memiliki potensi selulolitik terdiri dari genus *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Rhizopus*, *Botryotrichum*, dan *Fusarium*. Sedangkan menurut Suryani (2012) menyatakan bahwa efisiensi degradasi bahan organik dari tumbuhan oleh kapang

golongan tertentu, tergantung pada kemampuan menghasilkan enzim selulase untuk mendegradasi selulosa dan lignin karena keduanya merupakan bentuk karbohidrat yang tidak dapat didegradasi secara langsung. Kapang yang mampu menghasilkan selulase dalam proses metabolisme antara lain berasal dari genus *Aspergillus*, *Trichoderma*, dan *Penicillium*.

2.6 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 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:

- (1) isi kajiannya berada pada lingkup pengetahuan ilmiah,
- (2) langkah pengerjaannya dijiwai atau menggunakan metode ilmiah, dan
- (3) sosok tampilannya sesuai dan memenuhi syarat sebagai suatu sosok keilmuan.

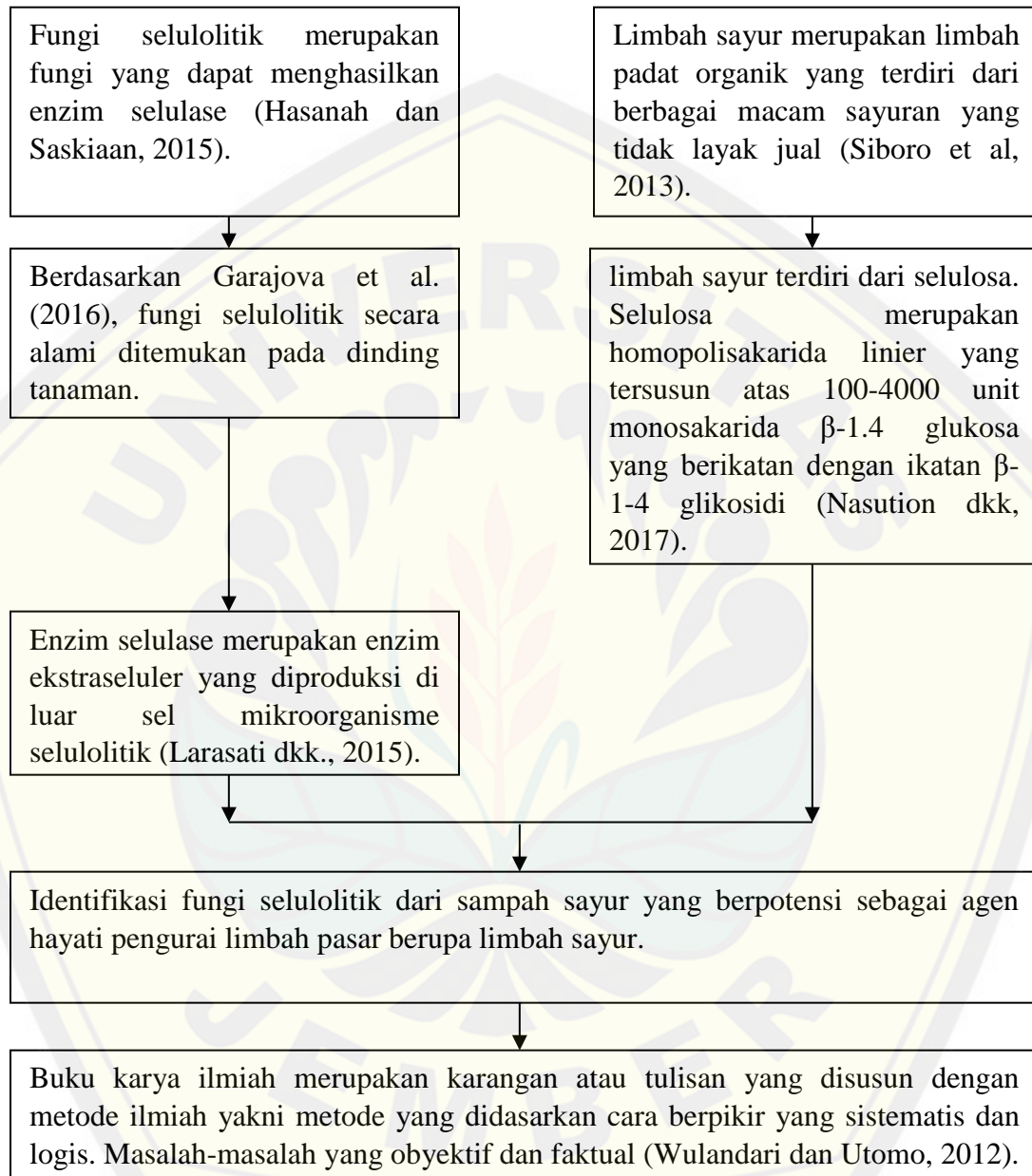
Berdasarkan dengan persyaratan di atas, maka metode ilmiah merupakan dasar pijakan untuk tulisan ilmiah. Pada dasarnya metode ilmiah merupakan suatu cara bekerja atau prosedur untuk memperoleh kebenaran ilmiah (pengetahuan ilmiah) yang memiliki dua tuntutan sekaligus, yaitu: rasional dan teruji. Pada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

1. Logis, yakni segala informasi yang disajikan memiliki argumentasi yang dapat diterima dengan akal sehat.
2. Sistematis, yakni segala yang dikemukakan disusun berdasarkan urutan yang berjenjang dan berkesinambungan.
3. Obyektif, yakni segala informasi yang dikemukakan itu menurut apa adanya dan tidak bersifat fiktif.

4. Tuntas dan menyeluruh, yakni segi-segi masalah yang dikemukakan ditelaah secara lengkap.
5. Seksama, yakni berusaha menghindarkan diri dari berbagai kesalahan.
6. Jelas, yakni segala keterangan yang dikemukakan dapat mengungkapkan maksud secara jernih dan tidak menimbulkan multitafsir pembaca.
7. Kebenarannya dapat teruji karena berdasarkan fakta-fakta ilmiah yang telah dibuktikan.
8. Terbuka, maksudnya sesuatu yang dikemukakan itu dapat berubah seandainya muncul pendapat baru dan dapat diuji kebenarannya.
9. Berlaku umum, yakni kesimpulannya berlaku bagi semua populasi, dan
10. 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 menarik minat baca (Sarwono, 2010).

2.7 Kerangka Konseptual



Gambar 2.6 Kerangka Konseptual

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis penelitian

Penelitian yang berjudul “Identifikasi Fungi Selulolitik dari Limbah Sayur Di Pasar Gebang, Jember dan Pemanfaatannya sebagai Buku Karya Ilmiah Populer” dilaksanakan dalam dua tahap. Penelitian ini merupakan penelitian yang menggunakan rancangan penelitian berupa deskriptif eksploratif. Sampel dianalisis di laboratorium dan data yang diperoleh berupa data kualitatif, selanjutnya produk hasil penelitian ini berupa buku karya ilmiah populer yang berisi hasil dari penelitian identifikasi fungi selulolitik limbah sayur pasar Gebang, Jember.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan pengambilan sampel berupa limbah sayur yang telah terlihat busuk di Pasar Gebang, Jember dan selanjutnya pengujian serta pengamatan sampel limbah sayur di Laboratorium Genetika dan Bioteknologi, Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember. Penelitian ini dimulai bulan Februari 2019 sampai bulan Mei 2019.

3.3 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini terdapat variabel penelitian yaitu ada jenis fungi selulolitik yang berpotensi sebagai pendegradasi limbah sayur dan hasil dari penelitian ini adalah berupa produk buku karya ilmiah populer.

3.4 Definisi Operasional

Definisi operasional dijelaskan untuk menghindari pengertian yang luas atau perbedaan persepsi dalam mengartikan beberapa variabel dalam penelitian ini, maka disajikan definisi operasional sebagai berikut:

- a. Identifikasi merupakan salah satu cara yang dilakukan untuk menentukan jenis mikroorganisme yang berhasil diisolasi dari suatu sampel. Proses identifikasi bisa mencakup berdasarkan sifat sitologi (bentuk sel, gerak, atau mortalitas, dan endospora), sifat morfologi dan sifat fisiologis (Nurjanna, 2007).
- b. Fungi selulolitik merupakan fungi yang memiliki kemampuan untuk menghidrolisis selulosa alami melalui aktivitas selulosa yang dimilikinya (Hasanah dan Saskiawan, 2015). Kemampuan fungi untuk menghidrolisis selulosa dapat diketahui melalui terbentuknya zona bening pada medium PDA dengan perkayaan CMC (*Carboxyl Methyl Cellulose*). Zona bening dapat dilihat dengan penambahan *Congo red* sebesar 0,1% ke medium.
- c. Limbah sayur merupakan limbah padat organik, yang terdiri dari kumpulan berbagai macam sayuran setelah disortir karena sudah tidak layak jual. Limbah sayuran berpotensi sebagai bahan pakan ternak, akan tetapi limbah tersebut sebagian besar mempunyai kecenderungan mudah mengalami pembusukan dan kerusakan (Siboro et al., 2013).
- d. Buku karya ilmiah populer merupakan karangan yang disusun dengan metode ilmiah yakni metode yang didasarkan cara berpikir yang sistematis dan logis berisi masalah yang bersifat objektif dan faktual. Pembahasan dalam buku ini berdasarkan pengamatan, pengumpulan data yang didapat dari penelitian (Wulandari dan Utomo, 2012).

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Alat dan bahan

Alat yang digunakan adalah cawan petri, tabung reaksi dan rak, *L glass*, ose, gelas ukur 100 ml, gelas ukur 10 ml, tisu dan kapas, bunsen dan korek api, kompor listrik, vortex, LAF (*Laminar Air Flow*), inkubator, mikropipet, tip, batang pengaduk, aluminium foil, neraca analitik, mikroskop, kaca benda dan kaca penutup, serta

autoclave. Sedangkan bahan yang digunakan adalah limbah sayur, larutan *Congo Red* 0,1%, alkohol 70%, PDA, ekstrak selulosa atau CMC, kloramfenikol 2%, aquades, spirtus, larutan NaCl 1% dan *Lactofenol cotton blue*.

3.5.2 Prosedur kerja

a. Tahap Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel limbah sayur dilakukan di Pasar Gebang, Jember. Sampel limbah sayur bersifat random dan tidak ditentukan dari suatu jenis sayur.

b. Pengenceran Limbah

Sampel limbah sayur padat yang diperoleh dari Pasar Gebang, Jember diencerkan sampai pengenceran 10^{-3} . Pengenceran dimulai dari menyiapkan empat tabung reaksi yang mana sampel awal yaitu berupa sampel dengan berat 1 gram yang telah dihaluskan kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi pertama lalu dihomogenkan dengan menggunakan vortex. Selanjutnya mengambil sampel dari tabung reaksi pertama dengan mikropipet untuk memindahkan ke tabung reaksi kedua sebanyak 1 ml. Berikutnya, melakukan langkah yang sama, mengambil sampel dari tabung dua sebanyak 1 ml untuk dihomogenkan di tabung reaksi ketiga, dan mengambil lagi sampel dari tabung ketiga sebanyak 1 ml untuk dihomogenkan di tabung reaksi keempat (Purwantisari dan Hastuti, 2009).

c. Tahap Sterilisasi

Isolasi dilakukan dengan mengambil sampel limbah padat sayur dari Pasar Gebang, Jember. Berikutnya, menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan di Laboratorium Mikrobiologi dan melakukan sterilisasi untuk menghindari adanya kontaminasi. Sterilisasi dilakukan di autoclave pada suhu 121°C selama 15 menit dan tekanan 1 atm.

d. Pembuatan Medium

Medium dibuat dengan takaran PDA yang diperkaya CMC (Carboxyl Methyl Cellulose) dilarutkan dalam aquades dan dihomogenkan diatas kompor listrik sampai mendidih.

e. Inokulasi dan Inkubasi Jamur

Inokulasi dimulai dengan mengambil sampel dari tabung ke empat hasil pengenceran 10^{-3} yang ditanam pada medium PDA yang diperkaya CMC (*Carboxyl Methyl Cellulose*) dengan menggunakan mikropipet sebanyak 100 mikroliter dengan teknik *pour plate*. Kemudian medium yang sudah diinokulasi disimpan pada inkubator selama 14 hari.

f. Pemurnian Isolat Jamur

Tahap pemurnian dilakukan dengan cara menginokulasi jamur hasil isolasi di medium PDA yang diperkaya CMC (*Carboxyl Methyl Cellulose*). Inokulasi dilakukan dengan cara metode streak kuadran untuk mendapatkan koloni tunggal. Kemudian koloni tunggal yang sudah tumbuh di permukaan medium akan dilakukan inokulasi kembali ke medium PDA yang diperkaya CMC (*Carboxyl Methyl Cellulose*) yang baru untuk mendapatkan hasil isolat murni.

g. Uji Potensi

Isolat murni kemudian diinokulasikan pada medium PDA yang diperkaya CMC (*Carboxyl Methyl Cellulose*) dan akan dilakukan uji potensi dalam menghidrolisis selulosa dengan cara meneteskan larutan *congo red* 0,1% ke medium yang berisi isolat. Setelah ditetesi dengan larutan *congo red* 0,1%, isolat diinkubasi selama 24 jam (Hasanah dan Saskiawan, 2015). Congo red merupakan indikasi 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 kualitas dari aktivitas enzim yang disekresikan oleh fungi (Edhar dkk., 2017).

h. Identifikasi Isolat

Isolat fungi yang didapatkan diidentifikasi melalui kenampakan secara makroskopis dan mikroskopis. Identifikasi secara makroskopis meliputi pengamatan bentuk koloni, tipe koloni, warna koloni, elevasi koloni, struktur permukaan koloni, ukuran koloni, dan ada tidaknya droplet. 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 bagian dalamnya diberi tisu berbentuk bundar dan meneteskan aquades steril. Penetesan aquades steril untuk memberikan kelembaban yang optimum bagi pertumbuhan jamur (Gusnawaty dkk., 2014). Diatas tisu diberi dua buah pipet dan meletakkan kaca benda. Potongan medium diletakkan diatas kaca benda lalu menginokulasikan isolat fungi di medium dan menutupnya dengan kaca penutup. pembuatan mikrokultur (*Slide culture*) diinkubasikan selama 3 hari pada suhu ruangan. Isolat hasil slide kultur ditetesi dengan *lactofenol cotton blue* sebagai pewarna lalu melakukan pengamatan dibawah mikroskop (Adzima dkk., 2013). Hasil dari pengamatan mikroskopis dibandingkan dengan sumber untuk menentukan genus fungi. Hasil pengamatan idenifikasi akan dibandingkan dengan kunci identifikasi H.L. Barnet dan Barry B. Hunter.

3.6 Penyusunan Buku Karya Ilmiah Populer

Tahapan penyusunan buku suplemen pelajaran yang dilakukan sebagai berikut:

a. Tahap pendefinisian

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

produk yang sesuai dengan kompetensi dasar pelajaran biologi. Tahap ini dikatakan selesai jika tujuan pembuatan buku dan kompetensi dasar yang ingin dipenuhi telah ditentukan.

b. Tahap perancangan dan pembuatan buku

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

- a) Sampul judul
- b) Halaman judul
- c) Halaman persembahan
- d) Kata pengantar
- e) Daftar isi
- f) Daftar tabel
- g) Daftar gambar
- h) Bagian 1. Pendahuluan
- i) Bagian 2. Deskripsi fungi
- j) Bagian 3. Jenis- jenis fungi yang memiliki potensi selulolitik
- k) Bagian 4. Teknik isolasi dan identifikasi fungi
- l) Daftar bacaan
- m) Glosarium

3.7 Analisis Data

3.7.1 Analisis Data Penelitian

Analisis data penelitian ini berupa analisis kualitatif dengan pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis isolat jamur yang ditemukan pada limbah sayur pasar Gebang, Jember. Uji potensi selulolitik ditentukan dari terbentuknya zona bening di sekitar koloni. Diameter potensi selulolitik dapat diamati dengan menghitung diameter zona bening dikurangi diameter koloni (Edhar dkk., 2017).

3.7.2 Analisis Validasi Buku Karya Ilmiah Populer

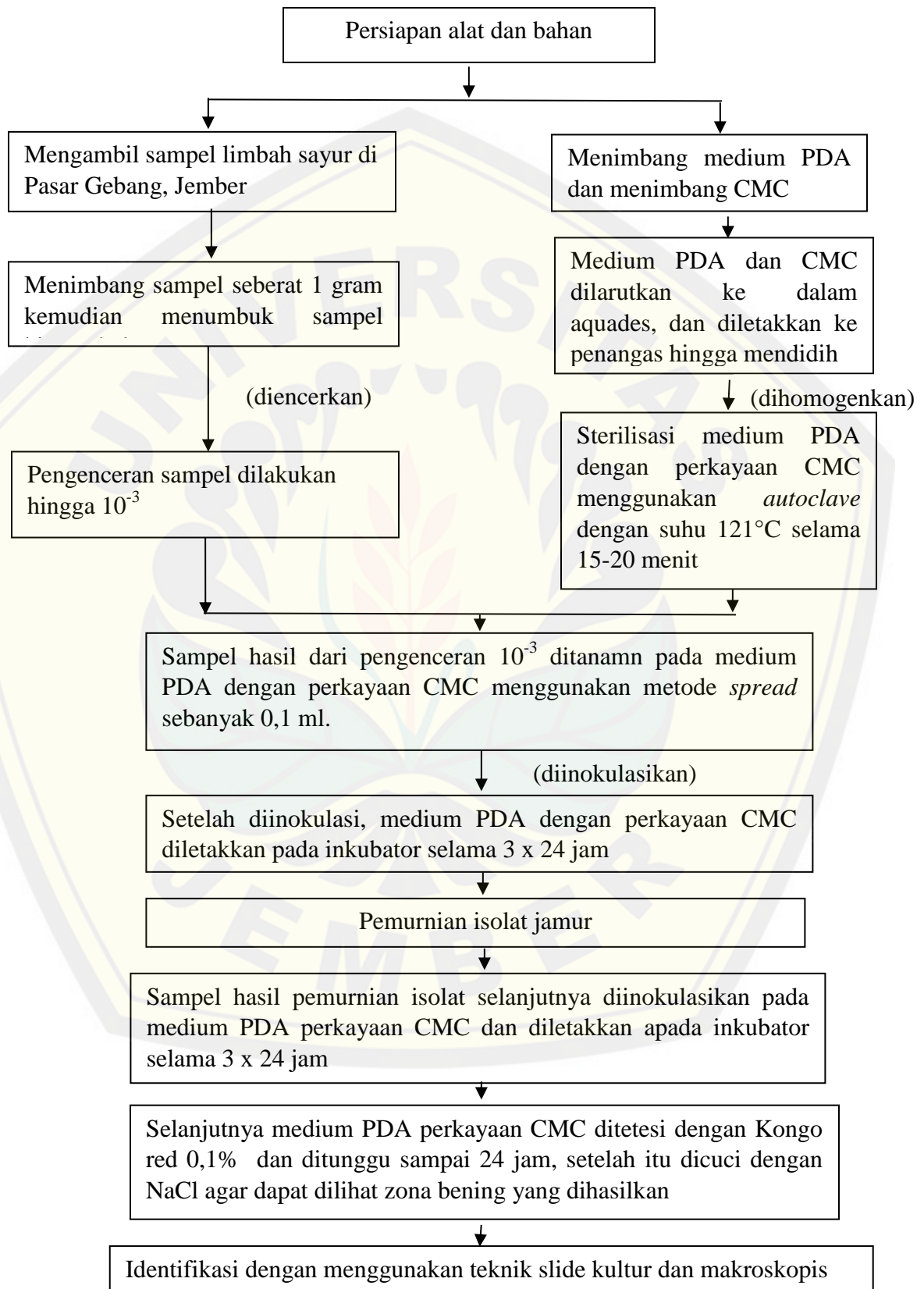
Setelah dilakukan validasi buku karya ilmiah populer oleh 2 validator, yaitu 1 dosen Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember sebagai ahli materi, 1 dosen Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember sebagai ahli media. Tahap selanjutnya dilakukan analisis validasi buku karya ilmiah populer. Analisis buku karya ilmiah populer berdasarkan nilai yang didapatkan dari hasil validasi buku karya ilmiah populer oleh validator. Validator menilai media berdasarkan kriteria yang telah diberikan. Berikut merupakan prosentase penilaian kelayakan buku karya ilmiah populer yang diperoleh pada tahap validasi yang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kualifikasi Kelayakan Buku Karya Ilmiah Populer

No	Nilai	Kategori	Deskripsi
1	85-100	Sangat Layak	Produk baru siap dimanfaatkan di lapangan sebenarnya untuk menambah pengetahuan di masyarakat.
2	69-84	Layak	Produk dapat dilanjutkan dengan menambahkan sesuatu yang kurang, melakukan beberapa pertimbangan tertentu, penambahan yang dilakukan tidak terlalu mendasar, namun bisa digunakan sebagai buku bacaan masyarakat.
3	52-68	Cukup Layak	Merevisi dengan meneliti kembali secara seksama dan mencari kelemahan-kelemahan produk untuk disempurnakan agar dapat digunakan sebagai buku bacaan masyarakat.
4	36-51	Kurang Layak	Merevisi dan meninjau kembali secara mendasar serta mencari kelemahan-kelemahan produk untuk disempurnakan agar dapat digunakan sebagai buku bacaan masyarakat.
5	20-35	Tidak Layak	Merevisi secara besar-besaran dan mendasar agar dapat digunakan sebagai buku bacaan masyarakat

*) dimodifikasi dari Sujarwo, 2006.

3.8 Alur Penelitian



Gambar/bagan 3.1 Alur Penelitian

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

- a. Hasil uji zona bening untuk melihat potensi fungi dalam menghidrolisis selulosa dan juga karakterisasi secara makroskopis dan mikroskopis mendapatkan 8 spesies, yaitu: *Penicillium* sp., *Culvularia hominis*, *Culvularia clavata*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Talaromyces flavus*, *Culvularia* sp., dan *Geotrichum candidum*.
- b. Buku ilmiah populer dengan judul “Identifikasi Fungi Selolulitik Limbah Sayur di Pasar Gebang, Jember’ layak dijadikan sebagai media informasi untuk publikasi hasil penelitian kepada masyarakat dengan rerata skor validasi 70,2 dan rerata prosentase sebesar 74,20%.

5.2 Saran

- a. Perlu adanya penelitian lanjut untuk mengetahui aktivitas enzim selulase yang dihasilkan masing-masing isolat sehingga nantinya agar dapat diaplikasikan dapat proses pengolahan limbah sayur.

DAFTAR PUSTAKA

- 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. Jaelani., dan M. Alfiansyah. 2013. Isolasi dan Identifikasi Kapang Penyebab Dermatofitosis pada Anjing di Kecamatan Syiah Kuala Banda Aceh. *Medika Veterina*. 7(1).
- Aminah, N. S dan Supriпти. 2003. Jamur pada Buah-buahan, Sayuran, Kaki Lalat dan Lingkungan di Pasar Tradisional dan Swalayan. *Jurnal Ekologi Kesehatan*. 2(3): 299-305.
- Anindyawati, T. 2009. Prospek Enzim dan Limbah Lignoselulosa Untuk Produksi Bioetanol. *Jurnal Berita Selulosa*. 45(2): 70-77.
- Apriadji, W. H. 1998. *Memproses Sampah*. Jakarta: PT. Penebar Swadaya.
- Ariestaningtyas, Y. 1991. Pemanfaatan Tongkol Jagung untuk Produksi Enzim Selulase oleh *Trichoderma viride*. *Skripsi*. Departemen Teknologi Pertanian. Faperta IPB. Bogor.
- Arifin, S. 2012. *Sukses Menulis Buku Ajar dan Referensi*. Jakarta: Grasiendo.
- Badan Pusat Statistik. 2017. *Statistik Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan Indonesia*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Lan-Cheng, Z., A. Yao-Jin, C. Ruan-Hong, dan Y. Yu-De. 2016. Identification of *Culvularia clavata* causing Leaf Spot on Pineapple (*Ananas comosus*) in China. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 1(1): 1-13.
- Dewick, P. M. 1999. *Medicinal Natural Products A Biosynthesis Approach*. England: John Willey & Sons Ltd.
- Dinas Pasar Kabupaten Jember. 2015. Pasar Gebang. <https://dinaspasar.jemberkab.net> [08 Februari 2019].
- 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.

- Garajova, S., T. Matihieu, M. R. Beccia, E. Record, H. Rogniaux, B. Henrissat, dan J. Berrin. 2016. Single-Dominan Flavoenzymes Trigger Lytic Polysaccharide Monooxygenases for Oxidative Degradation of Cellulose. *Scientific Report*. 6.
- Gong, C. S dan G. T. Tsao. 1979. *Cellulase and Biosynthesis Regulation*. In: *Perlman D. Annual Report on Fermentation Process*. New York: Academic Press.
- Gusnawati, M. Taufik, L. Triana, dan Asniah. 2014. Karakterisasi Morfologis *Trichoderma* spp. Indigenus Sulawesi Tenggara. *Jurnal Agroteknis*. 4(2): 87-93.
- Hadiyanti, E. 2011. Isolasi dan Identifikasi Jamur Selulolitik Limbah Organik dari Sayur dan Buah-Buahan yang Berpotensi dalam Produksi Biogas. *Skripsi*. Bandung: UIN Gunung Djati Bandung.
- Hamelinck, C. N., Hooijdonk, G. Van, Faaij, dan Andre. 2005. Ethanol from Lignocellulosic Biomass: Techno-Economic Performance in Short-, Middle- and Long-Term. *Journal Biomass and Bioenergy*. 28(1): 384-410.
- Harlina, K. 2002. Hidrolisis Limbah Hasil Pertanian secara Enzimatis. *Jurnal Akta Agrosia*. 5(2): 98-106.
- Hasanah, N., S. Zaenab, A. Rofieq. (2015). Perbedaan Kadar Bioetanol Hasil Fermentasi Berbagai Dosis Ragi Tape dari Limbah Sayuran dan Buah. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi "Peran Biologi dan Pendidikan Biologi dalam Menyiapkan Generasi Unggul dan Berdaya Saing Global"* (pp. 149–156). Malang: Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang.
- Hasanah, N., dan I. Saskiawan. 2015. Aktivitas Selulosa Isolat Jamur dari Limbah Media Tanam Jamur Merang. *Biodiv Indonesia*. 1(5): 1110-1115.
- Idiawati, N., E. M. Harfinda, L. Arianie. 2014. Produksi Enzim Selulase oleh *Aspergillus niger* pada Ampas sagu. *Jurnal Natur Indonesia*. 16(1): 1-9.
- Imaduddin, M. Hermawan dan Hadiyanto. 2014. Pemanfaatan Sampah Sayur Pasar dalam Produksi Listrik melalui *Microbial Fuel Cell*. *Sains Dasar*. 3(2):196-204.

- Irawan, D dan Z. Arifin. 2010. Pemanfaatan Sampah Organik Kota Samarinda menjadi Bioetanol: Klasifikasi dan Potensi. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Proses*. 6(1): 67-74.
- Isroi. 1997. Pengomposan Limbah Padat Organik. *Jurnal Perkebunan*. 3(2): 45-52.
- Jaedum, A. 2011. *Pengembangan Profesionalisme Guru melalui Penulisan Karya Ilmiah Tulis Ilmiah*. Yogyakarta. UNY Press.
- Jalil, A. A. K. 2004. *Enzim Mikroba dan Bahan Pengurai Selulosa*. Jakarta: UI Press.
- Jambeck, J. R. 2015. Plastic Waste inputs from Land into the Ocean. *Science*. 347(6223):768-771.
- Jana, I. W., K. Mardani dan I. W. B. Suryasa. 2006. Analisis Karakterisasi dari Limbah Cair Pasar Badung dalam Upaya Pemilihan Sistem Pengelilaannya. *Ecotrophic*. 1(2).
- Kim, K. K., D. R. Fravel., dan G. C. Papavizas. 1990. Glucose Oxidase as the Antifungal Princile of Talaron from *Talaromyces flavus*. *Can. J. Microbiol*. 36(1): 760-764.
- Kodri, K., B. D. Argo, dan R. Yulianingsih. 2013. Pemanfaatan Enzim Selulase dari *Trichoderma reseei* dan *Aspergillus niger* sebagai Katalisator Hodrolisis Enzimatik Jerami Padi dengan *Pretreatment* Microwave. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*. 1(1): 36-43.
- Larasati, T. R. D., N. Mulyana, M. Anggariawan dan Y. Effendi. 2015. Produksi Enzim Selulose oleh Fungi Selulitik yang Diradiasi Sinar Gamma dalam Fermentasi Jerami Padi. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 16(2): 139-147.
- Lee, H. V., S. B. A. Hamid., dan S. K. Zain. 2014. Conversion of Lignocellulosic Biomass to Nanocellulose: Structure and Chemical Process. *The Scientific World Journal*. 34(4): 84-92.
- Ling, T. W. 2012. Bioconversion of SagoWaste Using *Aspergillus* sp. for the Production of Reducing Sugars. *Skripsi*. Fakultas of Resource Science and Technology, Universitas Malaysia Sarawak, Malaysia.

- Loo, J. L., O. M. Lai, K. Long dan Ghazali. 2006. Identification and Characteristic of A Locally Isolated Lipolytic Microfungus – *Geotrichum candidum*. *Malaysian Journal of Microbiologi*. 2(1): 22-29.
- Lynd, L. R, P. J. Weimer, W. H. V. Zyl dan I. S. Pretorius. 2002. Microbial Cellulose Utilization: Fundamentals and Biotechnology. *Jurnal Microbiol*. 5(3):76-87.
- Madrid, H, K. C. da Cunha, J. Gene, J. Dijksterhuis, J. Cano, dan D. A. Sutton. 2014. Novel *Culvularia* Species from Clinical Specimens. *Persoonia*. 33(1): 48-60.
- Moore-Landecker, E., 1996. *Fundamental of The Fungi*. New Jersey: Prentice Hall.
- Nawfa, I. Z. R. 2015. Pemindaian Jamur Kontaminan Amoas Tebu untuk Produksi Enzim Selulose. *Sains dan Seni ITS*. 4(2).
- Nugrahan, A. W. 2012. Isolasi dan Biodegradasi Limbah Daduk oleh Kapang Selulolitik dari Perkebunan Tebu. *Skripsi*. Surabaya: UNAIR Press.
- Nurchaya, K., A. D. Moelyaningrum, dan P. T. Ningrum. 2014. Identifikasi Sanitasi Pasar di Kabupaten Jember. 2(2).
- Panagan, A. T. 2004. Isolasi, Seleksi dan Karakterisasi Kapang selulolitik Termotoleran, serta Penambahan n, untuk Meningkatkan Laju Dekomposisi Jerami Padi. *Jurnal Penelitian Sains*. 1(15): 1-17.
- Perez, J, J. Munoz-Dorado, T. de la Rubia dan J. Martinez. 2002. Biodegradation and Biological Treatment of Cellulose, Hemicellulose and Lignin. *Int Microbiol*. 5(1).
- Purwatisari, 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.
- Pushkar, B. K, P. I. Sevak, dan A. Singh . 2015. Isolation and Characterization of Potential Microbe for Bio-Remediating Heavy Metal from Mithi River. *Ann Appl Bio-Sciences*. 2(1): 20-27.
- Rahmawanti, N dan N. Dony. 2014. Pembuatan Pupuk Organik Berbahan Sampah Organik Rumah Tangga dengan Penambahan Aktivator EM4 di Daerah Kayu Tangi. *Ziraa'ah*. 39(1): 1-7.
- Ray, B. 2003. *Fundamental Food Microbiology*. Florida. CRC Press.

- Razie, F., Anas, S. Atang, Lukman, dan Sugiyanto. 2011. Aktivitas Enzim Selulose Mikroba yang Diisolasi dari Jerami Padi di Persawahan Pasang Surut di Kalimantan Selatan. *Tanah Lingkungan*. 13(2): 184-189.
- Rehm, H. J. dan G. Reed. 1981. *Microbial Fundamental*. Weinheim: Verlac Chemic Gmbgh.
- Sari, M. F. A. 2014. Pengaruh Kombinasi Pakan Tepung Darah Ayam (*Gallus gallus domestica*) dan Tepung Kulit Pisang (*Musa Paradisiaca* L.) terhadap Pertumbuhan *Dophima* sp. dan Pemanfaatannya sebagai Buku Suplemen (Sekolah Menengah Kejuruan Kelas X Semester Genap). *Skripsi*. Jember: Jember University Press.
- Sarwono, J. 2010. *Pintar Menulis Karya Ilmiah-Kunci Sukses dalam Menulis Ilmiah*. Yogyakarta: KDT.
- Schlegel, H.G dan S. Karim. 1994. *Mikrobiologi Umum*. Yogyakarta: UGM Press.
- Siboro, E. S., E. Surya, dan N. Herlina. 2013. Pembuatan pupuk cair dan biogas dari campuran limbah sayuran. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 2(3): 40-43.
- Simanjutak, N, S. Khotimah dan R. Linda. 2015. Keanekaragaman Kapang Udara di Ruang Perkuliahan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak. *Probiot*. 4(2): 55-62.
- Subowo Y. B, Corazon. 2010. Seleksi Jamur Tanah Pengurai Lignin dan PAH dari Beberapa Lingkungan di Bali. *Berita Biologi*. 10(2): 227-234.
- Subowo, Y. B. 2012. Seleksi Jamur Tanah Pendegradasi selulosa dan Pestisida Deltamethrin dari Berbagai Lingkungan di Kalimantan Barat. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 13(2): 221-230.
- Suharti, T dan R. Kurniaty. 2013. Inventarisasi Penyakit Daun pada Bibit di Stasiun Penelitian Nagrak. *Jurnal Pembenihan Tanaman Hutan*. 1(1): 51-59.
- Sujarwo. 2006. *Penyusunan Karya Ilmiah Populer. Kegiatan Bimbingan Teknis (BINTEK) Bagi Penilik di BPKB Propinsi DIY*. PLS FIP UNY: 12.
- Sulistiyorini, L. 2005. Pengelolaan Sampah dengan Cara Menjadikannya Kompos. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 2(1).

- Suriasumantri, Y. 2000. *Filsafat Ilmu, Suatu Pengantar Populer*. Jakarta: Sinar Harapan.
- Suryani, Y. 2012. Isolasi dan Identifikasi Jamur Selulolitik pada Limbah Produksi Bioetanol dari Singkong yang Berpotensi dalam Pengolahan Limbah menjadi Pakan Domba. *Jurnal ISTEK*. 6(1): 1-10.
- Trisnawati, G. 2011. *Analisis Inkuiri terbimbing Siswa Melalui Praktikum Dengan Pendekatan Free Inquiry pada Subkonsep Pencemaran Air*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- 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(1): 197-210.
- Wahyuni, D. 2010. *Mikologi Dasar*. Jember: Jember University Press.
- 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).

Lampiran A. Matriks Penelitian

Judul	Latar belakang	Rumusan masalah	Variabel	Indikator	Sumber data	Metodologi penelitian
<p>Identifikasi fungi selulolitik dari limbah sayur di Pasar Gebang, Jember dan pemanfaatannya sebagai buku ilmiah populer</p>	<p>Sayur merupakan salah satu tanaman hasil pertanian Indonesia yang dapat ditemui dalam jumlah banyak. Menurut Badan Pusat Statistik tahun 2017, produksi sayur di Indonesia mencapai angka 10,5 juta ton per tahunnya. Karena banyaknya produksi sayur ini, sebagian akan berpotensi menjadi limbah. Hal ini dikarenakan sayur mudah sekali rusak sebab memiliki kandungan air sebesar 85-95% sehingga menjadi media tumbuh mikroorganisme (Imaduddin, 2013). Data dari Dinas Kebersihan dan Pengelolaan Sampah TPA Pakusari tahun 2018, setiap hari jumlah limbah yang masuk ke TPA Pakusari, Jember sebanyak 1.460 m³. Limbah yang dihasilkan tersebut meliputi limbah organik yang persentasenya 81,9%; non organik 13,65% dan limbah beracun atau B3 (limbah baterai, limbah medis dan limbah sisa kemasan pestisida) sebesar 4,5%. Limbah pasar sendiri menyumbang sekitar 32 ton/hari yang dikumpulkan dan dibuang ke tempat pembuangan akhir. Limbah sayur merupakan salah satu dari limbah pasar yang banyak dibuang ke TPA Pakusari, Jember. Limbah sayur merupakan limbah padat organik, yang sudah tidak layak jual. Limbah sayur ini jika tidak dilakukan pengolahan lebih lanjut akan menimbulkan bau tidak sedap dan berdampak</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apa saja isolat fungsi yang berpotensi sebagai pendegradasi selulosa limbah sayur di Pasar Gebang, Jember? 2. Bagaimana kelayakan buku karya ilmiah populer mengenai “identifikasi fungi selulolitik dari limbah sayur di Pasar Gebang, Jember”? 	<p>Pada penelitian ini terdapat variabel penelitian yaitu ada jenis fungi selulolitik yang berpotensi sebagai pendegradasi limbah sayur dan hasil dari penelitian ini adalah berupa produk buku karya ilmiah populer.</p>	<p>- Terbentuknya zona bening pada medium PDA (Potato Dextrose Agar) dan CMC (Carboxyl Methyl Cellulose)</p>	<p>Dari hasil isolasi limbah sayuran di Pasar Gebang, Kabupaten Jember</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengambilan isolat jamur dari limbah sayur dengan medium PDA dan CMC 2. Pembuatan isolat murni 3. Pengujian fungsi ke CMC (Carboxyl Methyl Cellulose) dengan meneteskan larutan Congo red), 1% 4. Identifikasi morfologi fungi Dengan menggunakan <i>slide culture</i>

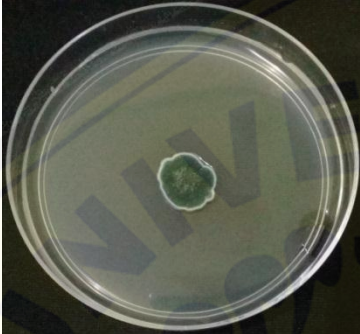
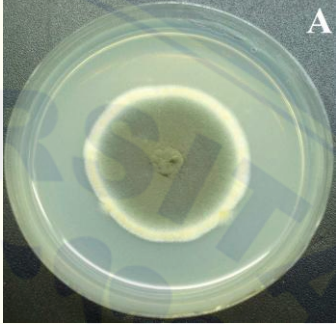
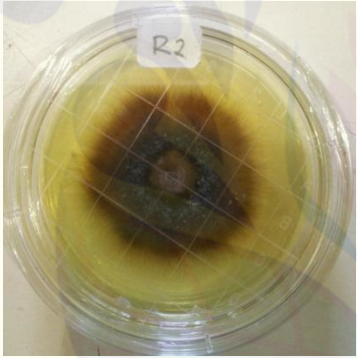
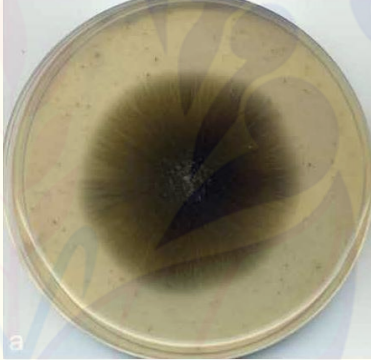
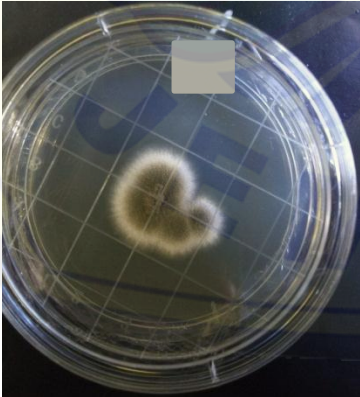
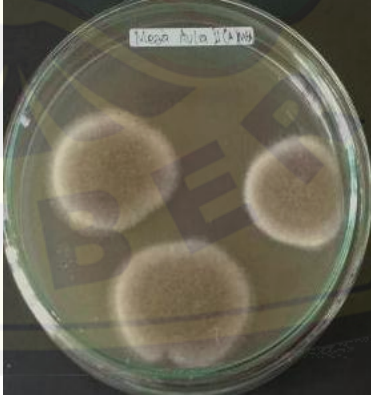
	<p>pada lingkungan (Siboro et al., 2013). Berbagai macam limbah sayur atau buah-buahan merupakan salah satu masalah yang harus dihadapi oleh masyarakat maupun instansi pengelola limbah khususnya mengenai limbah pasar di daerah Pasar Gebang, Jember. Sebagian kecil dari limbah pasar tersebut dijadikan sebagai pakan ternak maupun dijadikan pupuk kompos oleh warga sekitar. Limbah pasar yang dimanfaatkan sebagai pakan ternak merupakan limbah sayur yang masih terlihat segar, selain itu juga digunakan sebagai pupuk kompos, akan tetapi dilapangan memperlihatkan bahwa belum banyak limbah pasar yang diolah dijadikan pupuk kompos (Rahmawanti, 2014). Banyaknya limbah sayur yang belum dimanfaatkan akan menyebabkan sanitasi lingkungan yang buruk jika dibiarkan terus menerus. Penanganan untuk mencegah peristiwa tersebut dapat dilakukan dengan cara memanfaatkan mikroorganisme tertentu yang mampu untuk menguraikan limbah sehingga kesehatan lingkungan masyarakat tetap terjaga dan penumpukan limbah semakin berkurang.</p> <p>Limbah sayur sendiri terdiri dari limbah organik dengan biomassa berat keringnya mengandung pati, hemiselulosa, dan selulosa (Irawan et al, 2010). Selulosa merupakan karbohidrat utama yang disintesis oleh tumbuhan dan menempati hampir 60% komponen penyusun struktur tumbuhan (Hasanah, 2015). Selulosa tersusun atas polimer linear glukosa dengan ikatan 1,4 β-glukosida (Hasanah, 2015). Proses</p>					
--	---	--	--	--	--	--

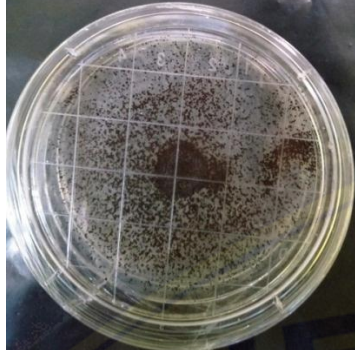

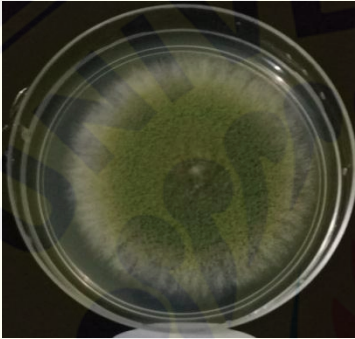
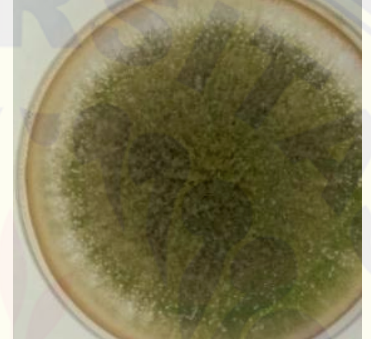
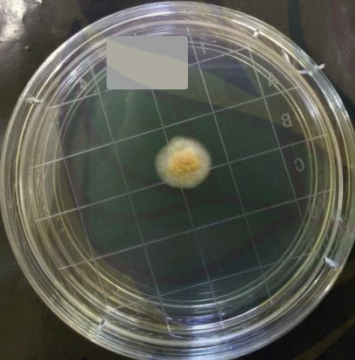

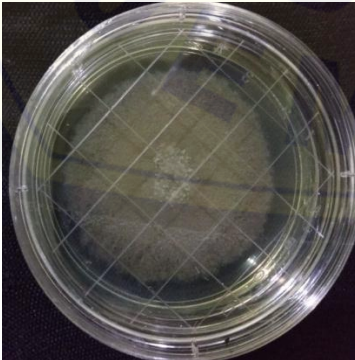
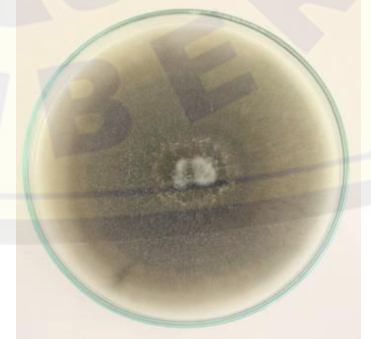
	<p>penguraian selulosa secara alami memerlukan bantuan mikroorganisme yang mengeluarkan enzim selulase. Selulosa dihidrolisis oleh enzim selulase dengan memotong ikatan 1,4 β-glukosida pada rantai panjang selulosa (Perez, 2002). Selulosa, pada lingkungan aerobik akan terurai menjadi glukosa dan karbondioksida yang akan bergabung ke dalam sel yang sedang tumbuh, sedangkan selulosa pada lingkungan anaerobik akan terurai menjadi alkohol dan asam organik (Hadiyanti, 2011; Sunatri, 2013). Limbah sayur ini dapat ditanggulangi dengan cara salah satunya yaitu dengan pemanfaatan jamur dalam mendegradasi.</p> <p>Jamur yang berperan dalam mengdegradasi limbah sayur ini biasa disebut fungi selulolitik. Fungi selulolitik merupakan fungi yang memiliki kemampuan dalam menghidrolisis selulosa alami melalui aktivitas selulosa yang dimilikinya (Hasanah dan Saskiawan, 2015). Fungi selulolitik akan memecah senyawa selulosa menjadi glukosa dengan bantuan enzim selulase yang ada pada jamur. Suryani (2012) dalam penelitiannya menyatakan bahwa efisiensi degradasi bahan organik dari tumbuhan oleh fungi golongan tertentu tergantung pada kemampuan menghasilkan enzim selulase untuk mendegradasi selulosa dan karena selulosa merupakan bentuk karbohidrat yang tidak dapat didegradasi secara langsung. Fungi yang mampu menghasilkan selulase dalam proses metabolisme antara lain berasal dari <i>Aspergillus</i>, <i>Trichoderma</i>, <i>Chaetomium</i>, dan <i>Penicillium</i>.</p>					
--	--	--	--	--	--	--

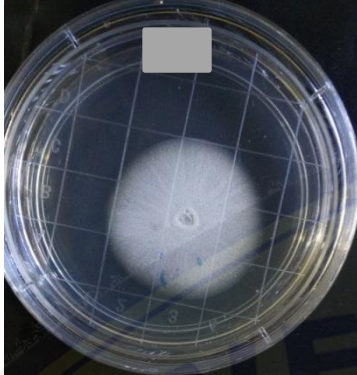
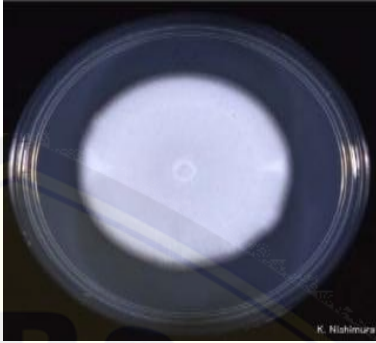
	<p><i>Rhizoctonia</i>, <i>Trizopus</i>, <i>Botryotrichum</i>, <i>Fusarium</i> dan <i>Penicillium</i> (Aminah dan Supraptini, 2003; Irawan, 2008; Razie, 2011).</p> <p>Berdasarkan latar belakang di atas penelitian ingin mengungkap potensi fungi selulolitik yang berada pada limbah sayur Pasar Gebang, Kabupaten Jember. Penelitian tersebut dapat dimanfaatkan secara teoritis dan menjadi bacaan bagi masyarakat sebagai buku karya ilmiah. Karya ilmiah merupakan tulisan yang membahas suatu masalah. Pembahasan itu dilakukan berdasarkan pengamatan, pengumpulan data didapat dari penelitian (Wulandari dan Utomo, 2012). Adanya buku karya ilmiah populer bertujuan untuk menambah wawasan bagi pembaca. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai “Identifikasi Fungi Selulolitik dari Limbah Sayur di Pasar Gebang, Jember dan Pemanfaatannya sebagai Buku Karya Ilmiah Populer”.</p>					
--	---	--	--	--	--	--

Lampiran B. Identifikasi dengan Beberapa Literatur

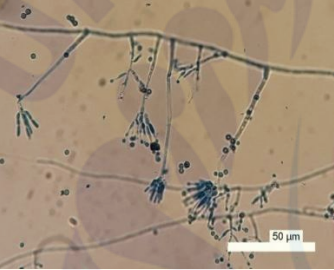
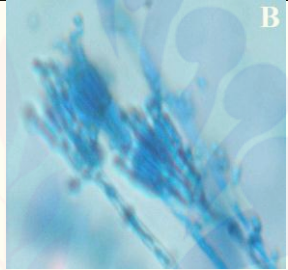
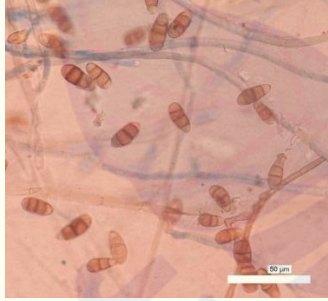

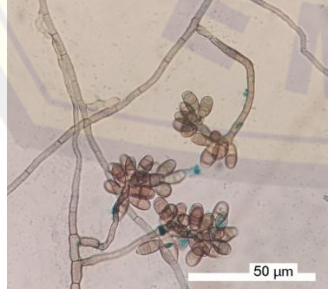
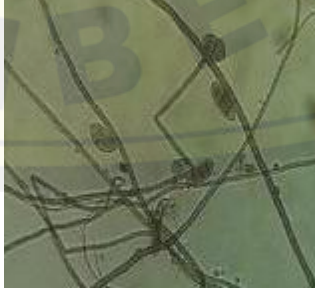
A. Makroskopis


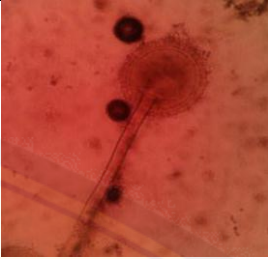
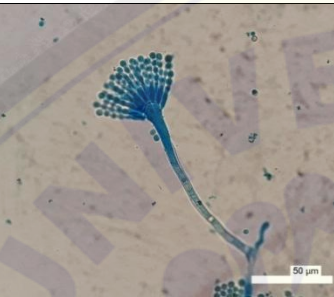
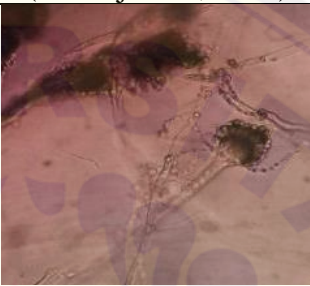
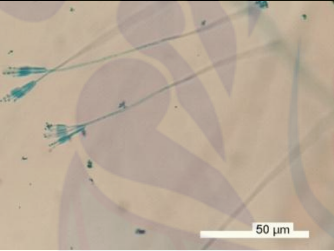
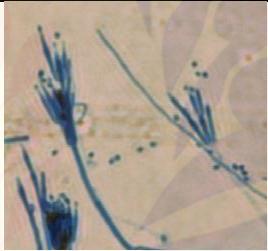
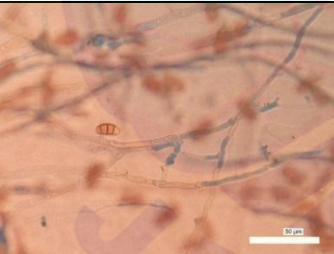
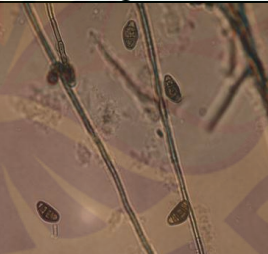
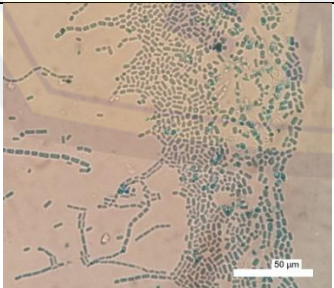
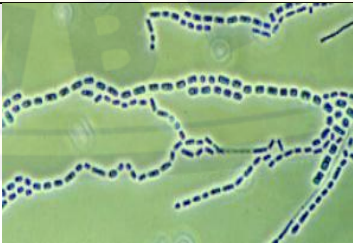
Isolat	Gambar	Literatur	Spesies
R1		 (Naveen, et. al. 2010)	<i>Penicillium</i> sp.
R2		 (Madrid, et. al. 2014)	<i>Culvularia hominis</i>
R3		 (Simanjuntak, 2015)	<i>Culvularia clavata</i>

R4		 <p>(Wulandari, et. al, 2016)</p>	<i>Aspergillus niger</i>
R5		 <p>(Thathana, et. al., 2017)</p>	<i>Aspergillus flavus</i>
R6		 <p>(Tsang, 2018)</p>	<i>Talaromyces flavus</i>
R7		 <p>(Eris, 2018)</p>	<i>Culvularia</i> sp.

R8		 <p>(Domsch, 1980)</p>	<p><i>Geotrichum candidum</i></p>
----	---	--	-----------------------------------

B. Mikroskopis

Isolat	Gambar	Literatur	Spesies
R1		 <p>(Naveen, et. al. 2010)</p>	<p><i>Penicillium</i> sp.</p>
R2		 <p>(Madrid, et, al., 2014)</p>	<p><i>Culvularia hominis</i></p>
R3		 <p>(Simanjuntak, 2015)</p>	<p><i>Culvularia clavata</i></p>

R4		 <p>(Simanjuntak, 2015)</p>	<i>Aspergillus niger</i>
R5		 <p>(Simanjuntak, 2015)</p>	<i>Aspergillus flavus</i>
R6		 <p>(Tsang, 2018)</p>	<i>Talaromyces flavus</i>
R7		 <p>(Eris, 2018)</p>	<i>Culvularia</i> sp.
R8		 <p>(Domsch, 1980)</p>	<i>Geotrichum candidum</i>

Lampiran C. Hasil Validasi Buku Ilmiah Populer

A. Hasil validasi oleh ahli materi

Identitas Validator

Nama : M. Muhammad Lqbal, S.Pd, M.Pd.
 Alamat Rumah : Jl. Sriwijaya 28, Perumahan Sriwijaya Land 2, C-18
 No. Telpon : 082329644444
 Pekerjaan : Dosen

Petunjuk:

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

I. KOMPONEN KELAYAKAN ISI

Sub Komponen	Butir	Skor				
		1	2	3	4	5
A. Cakupan Materi	1. Kejelasan tujuan penyusunan buku				✓	
	2. Keluasan materi sesuai dengan tujuan penyusunan buku			✓		

	3. Kedalaman materi sesuai dengan tujuan penyusunan buku					✓	
	4. Kejelasan materi						✓
B. Akurasi Materi	5. Akurasi fakta dan data						✓
	6. Akurasi konsep/teori						✓
	7. Akurasi gambar atau ilustrasi						✓
C. Kemutakhiran Materi	8. Kesesuaian dengan perkembangan terbaru ilmu pengetahuan saat ini					✓	
	9. Menyajikan contoh-contoh mutakhir dari lingkungan lokal/ nasional/ regional/ internasional					✓	
Jumlah Skor Komponen Kelayakan Isi							

II. KOMPONEN KELAYAKAN PENYAJIAN

Sub Komponen	Butir	Skor				
		1	2	3	4	5
A. Teknik Penyajian	10. Konsistensi sistematika sajian				✓	
	11. Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep				✓	
	12. Produk bersifat informatif kepada pembaca					✓
B. Pendukung Penyajian Materi	13. Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi				✓	
	14. Pembangkit motivasi			✓		

	pembaca						
	15. Ketepatan pengetikan dan pemilihan gambar					✓	
C. Kelayakan kebahasaan	16. Ketepatan struktur kalimat						✓
	17. Keefektifan kalimat					✓	
	18. Kebakuan istilah						✓
	19. Kesesuaian dengan tingkat pengembang intelektual						✓
Jumlah Skor Komponen Kelayakan Penyajian							
JUMLAH SKOR KESELURUHAN							

(Sumber: Modifikasi dari Puskurbuk, 2014)

Saran dan Komentar Perbaikan Produk Buku Ilmiah Populer

Secara umum buku ini sudah layak, telah memenuhi kriteria dasar materi yang ilmiah. Namun demikian pada beberapa aspek masih perlu perbaikan. Saran dan komentar dapat dilihat langsung pada draft buku.

Kesimpulan

Berdasarkan penilaian diatas, maka produk buku ini:

- Belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi
- Dapat digunakan dengan revisi
- Dapat digunakan tanpa revisi

Jember, 17 Juli 2019

Validator



Moehammad Iqbal, M.Pd.

NIP. 19880120201212601

B. Hasil validasi oleh ahli media

Identitas Validator

Nama : Vandi Gho Subio

Alamat rumah : Perum Kebonsari Indah Blok 4.11

No. Telpn : 085 313 588 445

Pekerjaan : Dosen

Petunjuk:

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

I. KOMPONEN KELAYAKAN KEGRAFIKAN

Sub Komponen	Butir	Skor				
		1	2	3	4	5
A. Artistik dan Estetika	1. Komposisi buku sesuai dengan tujuan penyusunan buku			✓		
	2. Penggunaan teks dan grafis			✓		

Scanned with CamScanner

	proposal						
	3. Kemenarikan <i>lay out</i> dan tata letak		✓				
	4. Pemilihan warna menarik			✓			
	5. Keserasian teks dan grafis			✓			
B. Fungsi Keseluruhan	6. Produk membantu mengembangkan pengetahuan membaca			✓			
	7. Produk bersifat informatif kepada pembaca			✓			
	8. Secara keseluruhan produk buku menumbuhkan rasa ingin tahu pembaca			✓			
II. KOMPONEN KELAYAKAN PENGEMBANGAN							
A. Teknik Penyajian	9. Konsistensi sistematika sajian dalam bab				✓		
	10. Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep			✓			
	11. Koherensi substansi antar bab			✓			
	12. Keseimbangan substansi antar bab			✓			
B. Pendukung Penyajian Materi	13. Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi			✓			
	14. Kesesuaian gambar dan keterangan				✓		
	15. Adanya rujukan/ sumber				✓		

	acuan					
C. Kelayakan kebahasaan	16. Ketepatan struktur kalimat			✓		
	17. Keefektifan kalimat			✓		
	18. Kebakuan istilah			✓		
	19. Kesesuaian dengan tingkat pengembang intelektual			✓		
JUMLAH SKOR KESELURUHAN						

(Sumber: Modifikasi dari Puskurbuk, 2014)



Scanned with
CamScanner

Saran dan Komentar Perbaikan Produk Buku Ilmiah Populer

- pada dasarnya buku sudah baik, akan tetapi pada beberapa perlu perbaikan diantaranya:
- Deskripsi: Uraian sayur poin B hal 4 dilengkapi gambar
 - Mulai dari hal 7 sampai akhir beri keterangan / petunjuk pada gambar
 - layout penyajian gambar tidak perlu monoton dengan tabel agar lebih menarik
 - cek pustaka

Kesimpulan

Berdasarkan penilaian diatas, maka produk buku ini:

- d. Belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi
- e. Dapat digunakan dengan revisi
- f. Dapat digunakan tanpa revisi

Jember,..... 2019

Validator

Vendy Susilo S.pd. M. Si

NRp.

