

**PRODUKSI BIOGUM DARI AMPAS TAPIOKA OLEH
BAKTERI PATOGEN PENYEBAB BUSUK HITAM
PADA SAWI HIJAU (*Brassica rapa* var. *chinensis*) DI
AREA PERTANIAN KOPENG**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 pada Program Studi Biologi



Disusun oleh
Rifa'atul Afifah
11640001

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA
2017**

**PRODUKSI BIOGUM DARI AMPAS TAPIOKA OLEH BAKTERI
PATOGEN PENYEBAB BUSUK HITAM PADA SAWI HIJAU (*Brassica
rapa* var. *chinensis*) DI AREA PERTANIAN KOPENG**

**Rifa'atul Afifah
11640001**

Abstrak

Biogum mikroba telah banyak digunakan untuk kepentingan industri. Salah satu mikroba penghasil biogum adalah bakteri patogen pada sawi hijau (*Brassica rapa* var. *chinensis*). Tingginya biaya produksi penggunaan glukosa sebagai sumber karbon pada fermentasi biogum, mendasari pemanfaatan sumber karbon alternatif dari limbah agro-industri yaitu ampas tapioka. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh dan mengetahui kemampuan isolat lokal potensial penghasil biogum dari daun sawi hijau yang mengalami gejala busuk hitam dalam menggunakan ampas tapioka sebagai sumber karbon alternatif untuk produksi biogum, serta mengetahui konsentrasi optimum ampas tapioka yang dibutuhkan oleh isolat terpilih untuk produksi biogum, dan identifikasi isolat dengan metode *profile matching*. Isolasi bakteri patogen dari sawi hijau dilakukan dengan menginokulasi potongan daun ke media GYCA (Glukosa Yeast CaCO_3 Agar). Empat isolat unggul penghasil biogum yaitu SH2, SHA2, SHB1, dan SHD5 digunakan untuk tahap optimasi konsentrasi ampas tapioka dan dibandingkan kemampuannya dengan bakteri *Xanthomonas campestris* (Xc). Variasi media fermentasi yang digunakan adalah ampas tapioka dengan konsentrasi 1%, 3% dan 5% dan glukosa dengan konsentrasi 0,3%; 0,5%; dan 0,7% menggunakan inokulum 2%. Konsentrasi ampas tapioka 3% dan glukosa 0,3% merupakan konsentrasi optimum untuk fermentasi biogum dengan produksi biogum sebesar 4,13 g/L yang dihasilkan oleh isolat Xc dan 3,63 g/L dihasilkan oleh isolat SHA2. Keempat isolat unggul penghasil biogum diduga merupakan bakteri dari genus *Pseudomonas* (SH2, SHA2 dan SHD5) dan *Erwinia* (SHB1).

Kata kunci : ampas tapioka, bakteri, biogum, identifikasi, sawi hijau

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Rifa'atul Afifah

NIM : 11640001

Prodi : Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang saya susun dengan judul **“Produksi Biogum dari Ampas Tapioka oleh Bakteri Penyebab Busuk Hitam pada Sawi Hijau (*Brassica rapa* var. *chinensis*) di Area Pertanian Kopeng”**, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Yogyakarta, 9 Agustus 2017

Yang menyatakan,



Rifa'atul Afifah

NIM. 11640001

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : RIFA'ATUL AFIFAH

NIM : 11640001


Judul Skripsi : Produksi Biogum dari Ampas Tapioka oleh Bakteri
Patogen Penyebab Busuk Hitam pada Sawi Hijau
(*Brassica rapa* var. *chinensis*) di Area Pertanian Kopeng

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Biologi

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Pembimbing 1,



Erny Qurotul Ainy, M. Si
NIP. 19791217 200901 2 004

Yogyakarta, 8 Agustus 2017

Pembimbing 2,



Dr. Arifah Khushuryani, M. Si
NIP. 19750515 200003 2 001

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1543/Un.02/DST/PP.00.9/08/2017

Tugas Akhir dengan judul : Produksi Biogum dari Ampas Tapioka oleh Bakteri Patogen Penyebab Busuk Hitam pada Sawi Hijau (*Brassica rapa var. chinensis*) di Area Pertanian Kopeng

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : RIFA'ATUL AFIFAH
Nomor Induk Mahasiswa : 11640001
Telah diujikan pada : Senin, 14 Agustus 2017
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR

Ketua Sidang



Erny Qurotul Ainy, S.Si., M.Si
NIP. 19791217 200901 2 004

Penguji I



Dr. Arifah Khushuryani, S.Si., M.Si.
NIP. 19750515 200003 2 001

Penguji II



Jumailatus Solihah, S.Si., M.Biotech.
NIP. 19760624 200501 2 007

Yogyakarta, 14 Agustus 2017
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
DEKAN



Dr. Murtono, M.Si
NIP. 19691212 200003 1 001

MOTO

“Kegagalan hanya terjadi ketika kita menyerah”

(Lessing)

“Keep moving forward and keep struggling.”

“Akiramenai kimi ga ireba (jika kamu tidak menyerah), donna toki mo chansu wa aru (akan selalu ada kesempatan untukmu), monogatari wa owaranai (kisah takkan berakhir), never ending story yume wa tsuzuiteku (cerita yang tak pernah berakhir mimpi akan terus berlanjut)”

(Your Seed - Hey! Say! JUMP!)

“فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ۖ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ۖ”

(... karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan)”

(QS. Al-Insyirah : 5-6)

“Believe your self you can get it on, believe your self you can make it up, believe your self trust your self, believe your self until the end”

(Your Seed - Hey! Say! JUMP!)

“لَا يَكْلِفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا”

(Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya...)”

(QS. Al-Baqarah : 286)

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah. Puji syukur kepada Allah swt atas segala rahmat dan hidayahNya yang telah memberikan kekuatan, kesehatan dan kesabaran untukku dalam menyusun skripsi ini.

Aku persembahkan cinta dan sayangku kepada kedua orang tuaku yang telah memberi motivasi dan inspirasi serta tiada henti memberikan dukungan doa dan waktunya buatku.

Terima kasih yang tak terhingga pada dosen-dosenku, terutama dosen pembimbing yang tak pernah lelah dan selalu sabar memberikan bimbingan dan arahan kepadaku.

Terimakasihku juga kuperssembahkan kepada kedua adikku, Aziz dan Hanifah, serta adik-adikku dari MTs Wahid Hasyim dan kawan-kawanku di Pondok Pesantren Wahid Hasyim yang senantiasa menjadi penyemangat, inspirasi serta menemani setiap hariku.

Teruntuk partner dan teman penelitian serta teman seangkatan yang selalu membantu dan berbagi suka dan duka selama kuliah maupun penelitian. Terima kasih banyak atas segala bantuan dan inspirasinya. Semoga karya ini bermanfaat.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah. Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah swt yang dengan karunia kesehatan serta rahmat dan barakahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan lancar. Sholawat serta salam tak lupa kita haturkan pada junjungan Nabi Agung Muhammad SAW, yang telah mengeluarkan kita dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang benderang.

Skripsi yang berjudul “Produksi Biogum dari Ampas Tapioka oleh Bakteri Patogen Penyebab Penyakit Busuk Hitam pada Sawi Hijau (*Brassica rapa* var. *chinensis*) di Area Pertanian Kopeng” disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana S1 Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Selama pelaksanaan tugas akhir, baik dari perencanaan, persiapan, pelaksanaan hingga penyusunan skripsi, tentunya tidak lepas dari hambatan dan kesulitan, namun berkat bimbingan bantuan, nasihat dan saran serta kerjasama dan berbagai pihak, segala hambatan tersebut dapat diatasi dengan baik. Penulis menyadari banyak pihak yang memberikan kontribusi bagi kebaikan penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr. Murtono, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
2. Ibu Erny Qurotul Ainy, S.Si., M.Si., selaku Ketua Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sekaligus Dosen Pembimbing Skripsi

yang telah membantu proses penelitian serta selalu memberikan masukan, arahan dan saran selama penelitian dan penyusunan skripsi ini

3. Ibu Najda Rifqiyati, S.Si., M.Si., selaku dosen penasehat akademik
4. Ibu Dr. Arifah Khusnuryani, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing 2.
5. Kedua orang tua yang selalu mengiringi setiap langkah penulis dengan doa, nasihat, serta pengorbanan, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
6. Mbak Ethik selaku laboran yang selalu dengan sabar membantu kelancaran penulis dalam mengerjakan penelitian skripsi.
7. Mbak Anif, Pak Doni dan Pak Tri yang selalu mau direpotkan saat peneliti lembur, serta mbak Eko yang telah menyempatkan waktunya untuk membantu sebagian penelitian.
8. Pak Didit, Pak Nur dan Pak Wono selaku satpam fakultas Sains dan Teknologi yang selalu mau direpotkan saat penulis lembur.
9. Teman-teman seperjuangan di laboratorium yang telah meramaikan suasana penelitian lab, Kunny, Aida, Dewi, Azizah, Sofa, dan I'ah yang senantiasa membantu penulis menyelesaikan tugas-tugasnya.
10. Teman-teman sealmamater serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Terimakasih atas doa dan semangatnya sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan lancar.

Semoga segala amal kebaikan yang telah dilakukan memperoleh balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Aamiin.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna serta tidak lepas dari kekurangan baik aspek kuantitas maupun kualitas dari materi penelitian yang disajikan. Semua ini karena keterbatasan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik serta saran yang membangun dari berbagai pihak untuk kemajuan penelitian di masa mendatang. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan khususnya bagi penulis sendiri. Tugas akhir bukanlah akhir dari belajar, karena belajar tidak pernah mengenal waktu dan tempat.

Yogyakarta, 9 Agustus 2017



Penulis

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Abstrak	ii
Surat Pernyataan Keaslian Skripsi	iii
Halaman Persetujuan Skripsi	iv
Halaman Pengesahan	v
Halaman Motto	vi
Halaman Pesembahan	vii
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan	7
D. Manfaat	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Biogum dan Mikroba Penghasil Biogum	8
1. Biogum	8
2. Mikroba Penghasil Biogum	10
3. Biosintesis Biogum oleh Mikroba	11
B. Sawi Hijau (<i>Brassica rapa</i> var. <i>chinensis</i>)	12
C. Penyakit Busuk Hitam pada Famili Brassicaceae	14
D. Singkong dan Ampas Tapioka	15
1. Singkong	15
2. Ampas Tapioka	16
BAB III METODE PENELITIAN	19
A. Lokasi dan Waktu	19
B. Alat dan Bahan	19
1. Alat	19
2. Bahan	20
C. Cara kerja	20
1. Isolasi, purifikasi dan seleksi mikroba penghasil biogum	20
2. Pembuatan tepung ampas tapioka	22
3. Uji kemampuan bakteri dalam menghasilkan biogum menggunakan media pertumbuhan YMB dan sumber karbon alternatif berupa ampas tapioka	26
4. Optimasi ampas tapioka sebagai sumber karbon alternatif untuk produksi biogum	28
5. Karakterisasi fenotipik isolat unggul penghasil biogum	29
6. Klasifikasi numerik-fenetik berdasarkan karakter fenotipik	31
7. Identifikasi tingkat genus (<i>Generic Assignment</i>) berdasarkan <i>profile matching</i>	31

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
A. HASIL	34
B. PEMBAHASAN	52
BAB V PENUTUP	68
A. KESIMPULAN	68
B. SARAN	69
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	75



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pertanian sawi hijau di Kopeng, Magelang, Jawa Tengah.....	12
Gambar 2. Hasil fermentasi berupa berat kering sel dan biogum pada tahap seleksi isolat penghasil biogum tertinggi menggunakan media YMB dan media YPGCb	35
Gambar 3. Grafik pertumbuhan sel isolat terpilih dengan sumber karbon alternatif berupa ampas tapioka dibandingkan dengan isolat Xc pada media fermentasi dengan variasi konsentrasi ampas tapioka dan glukosa	37
Gambar 4. Grafik produksi biogum dari isolat terpilih dibandingkan dengan isolat Xc pada media fermentasi dengan variasi konsentrasi ampas tapioka dan glukosa	39
Gambar 5. Morfologi koloni isolat terpilih yang mampu menghasilkan biogum dari sumber karbon alternatif berupa ampas tapioka	42
Gambar 6. Dendogram hubungan antar spesies isolat bakteri penghasil biogum terbaik dengan sumber karbon alternatif berupa ampas tapioka berdasarkan indeks similaritas S_{SM} menggunakan algoritma UPGMA	49
Gambar 7. Dendogram hubungan antar spesies isolat bakteri penghasil biogum terbaik dengan sumber karbon alternatif berupa ampas tapioka berdasarkan indeks similaritas S_J menggunakan algoritma UPGMA	49

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Beberapa biogum yang berasal dari derivat alga, tumbuhan dan mikroba	9
Tabel 2.	Biogum mikroba yang diproduksi secara komersial untuk beberapa bidang industri	11
Tabel 3.	Area penanaman, produksi dan produktivitas singkong di Indonesia	16
Tabel 4.	Unit karakter fenotipik yang diujikan	32
Tabel 5.	Berat kering sel dan biogum yang terbentuk pada tahap awal pemilihan isolat penghasil biogum tertinggi dengan media YMB dan media YPGCb	35
Tabel 6.	Hasil pengukuran pertumbuhan sel dan produksi biogum pada fermentasi biogum menggunakan sumber karbon alternatif berupa ampas tapioka dengan konsentrasi 1%	36
Tabel 7.	Hasil pengukuran pertumbuhan sel dan produksi biogum pada fermentasi biogum menggunakan sumber karbon alternatif berupa ampas tapioka dengan konsentrasi 3%	37
Tabel 8.	Hasil pengukuran pertumbuhan sel dan produksi biogum pada fermentasi biogum menggunakan sumber karbon alternatif berupa ampas tapioka dengan konsentrasi 5%	37
Tabel 9.	Hasil pengukuran nilai viskositas terhadap media fermentasi dengan sumber karbon alternatif berupa ampas tapioka penghasil biogum tertinggi dengan konsentrasi ampas tapioka 3% dan 5%	40
Tabel 10.	Hasil uji karakter fenotipik isolat bakteri yang mampu menghasilkan biogum dengan sumber karbon alternatif berupa ampas tapioka yang diisolasi dari daun sawi hijau yang mengalami gejala busuk hitam	44
Tabel 11.	Matriks $n \times t$	46
Tabel 12.	Matriks similaritas S_{SM} antar isolat bakteri penghasil biogum berdasarkan hasil uji fenotipiknya	48
Tabel 13.	Matriks similaritas S_j antar isolat bakteri penghasil biogum berdasarkan hasil uji fenotipiknya	48
Tabel 14.	Hasil <i>profile matching</i> isolat bakteri potensial penghasil biogum menggunakan sumber karbon alternatif berupa ampas tapioka	50
Tabel 15.	Komposisi media yang digunakan dalam fermentasi	75

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Biogum merupakan polimer alam dari golongan karbohidrat yang digunakan sebagai pengental, *bioadhesive*, penstabil, probiotik, pengemulsi, *biosorbent*, dan bioflokulan pada berbagai bidang industri maupun lingkungan (Öner, 2013). Biogum dapat diperoleh dari hewan, tumbuhan maupun mikroba.

Penggunaan biogum yang berasal dari tumbuhan maupun hewan seringkali mengalami berbagai kendala. Beberapa kendala yang ditemui salah satunya adalah sulitnya biogum yang diperoleh dari tumbuhan karena produksinya sangat bergantung pada kondisi alam dan masa produksi relatif lama, yaitu 3-4 bulan (Öner, 2013). Permasalahan tersebut mendorong produksi dan aplikasi biogum dari mikroba.

Biogum dari mikroba lebih banyak digunakan karena proses produksinya cenderung lebih cepat dan menghasilkan produk yang unggul dengan proses fermentasi yang terkontrol, serta tidak bergantung pada kondisi alam dan substrat yang tidak diinginkan. Di samping itu, biogum dari mikroba memiliki sifat reologis yang dapat digunakan secara luas oleh berbagai bidang industri, seperti industri makanan, farmasi, kosmetik, tekstil, cat, dan industri minyak sebagai pengental, pengemulsi dan *stabilizer* (Rosalam dan England, 2006; Mohan *et al.*, 2011; Kedar dan Bholay, 2014).

Menurut Vidhyalakshmi *et al.* (2012), biogum yang berasal dari mikroba merupakan polisakarida ekstraseluler atau eksopolisakarida yang disintesis

oleh berbagai mikroba dengan menggunakan sumber karbon atau nitrogen yang berbeda selama proses fermentasi. Salah satu produk biogum yang berasal dari mikroba adalah gum xanthan yang dihasilkan oleh *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Rohajatie, 1989).

Xanthomonas campestris merupakan salah satu mikroba patogen yang sering muncul pada famili Brassicaceae. Salah satu anggota famili Brassicaceae yang dapat terkena penyakit akibat adanya *Xanthomonas* adalah sawi hijau (*Brassica rapa* var. *chinensis*). *Xanthomonas* mengakibatkan tanaman ini mengalami penyakit busuk hitam, karena kemampuannya dalam menginfeksi kotiledon kemudian menjalar ke seluruh tanaman secara sistematis. Munculnya warna kuning kecoklatan berbentuk huruf V yang mengering dan adanya bercak kehitaman pada daun bahkan tangkai dan bunga pada famili Brassicaceae merupakan salah satu ciri dari tanaman yang terinfeksi *Xanthomonas*. Tanaman yang diserang menjadi busuk dan berwarna hitam atau coklat sehingga tidak layak panen (Saputra, 2011). *Xanthomonas* yang bertindak sebagai patogen pada tanaman dapat menimbulkan bekas luka, koreng, pembusukan yang terlokasi bahkan kanker pada tanaman (Vidhyalakshmi *et al.*, 2012).

Selain *Xanthomonas campestris*, terdapat pula bakteri lain yang mampu menghasilkan biogum seperti bakteri dari genus *Enterobacter* (Purnomo, 1998), *Pseudomonas* dan *Erwinia* (Hardjanto, 1999). Bakteri ini termasuk bakteri fitopatogen pada tanaman dari famili Brassicaceae, dan mempunyai

habitat yang luas seperti di air, tanah, bahkan manusia dan hewan (Mustini dan Ainy, 2014).

Berdasarkan informasi jenis penyakit dan mikroba penyebabnya, seperti busuk hitam yang disebabkan oleh adanya *Xanthomonas campestris* dan busuk lunak yang diakibatkan oleh *Erwinia carotovora* (Saputra, 2011), maka sawi hijau dapat digunakan sebagai salah satu sumber eksplorasi mikroba penghasil biogum. Tentunya banyak jenis mikroba yang mampu menghasilkan polisakarida berupa biogum, namun tidak semua mikroba penghasil biogum tersebut dapat digunakan untuk produksi biogum. Hal ini terkait dengan patogenitas mikroba tersebut pada manusia. Salah satu bakteri yang aman untuk produksi biogum adalah *Xanthomonas campestris* dengan biogum berupa gum xanthan, karena *Xanthomonas campestris* hanya menyerang tumbuhan, tidak memiliki endospora dan memproduksi biogum yang stabil pada suhu dan pH dengan *range* yang luas (Kedar dan Bholay, 2014).

Xanthomonas merupakan bakteri dengan produksi biogum yang telah banyak digunakan secara luas dibandingkan dengan biogum dari mikroba lain. Berbagai bidang industri di Indonesia seperti industri makanan dan kosmetik telah banyak menggunakan biogum dari *Xanthomonas* yaitu gum xanthan. Selain itu, penggunaan gum xanthan pada industri makanan dan farmasi telah diakui aman oleh *United States of Food and Drug Administration* (FDA) (Garcia-Ochoa *et al.*, 2000; Rosalam dan England, 2006). Namun, gum xanthan yang digunakan di Indonesia biasanya diimpor dari luar negeri.

Adapun gum xanthan yang diproduksi langsung di Indonesia, namun isolat yang digunakan berasal negara lain. Penelitian mengenai isolat serta biogum yang dihasilkan oleh *Xanthomonas* belum banyak dilakukan di Indonesia. Penelitian mengenai *Xanthomonas* di Indonesia biasanya hanya mengenai patogenitasnya pada tanaman. Adanya permasalahan tersebut mendorong digunakannya karakter yang ada pada *Xanthomonas* sebagai acuan untuk eksplorasi mikroba penghasil biogum dengan harapan isolat yang diperoleh salah satunya merupakan *Xanthomonas* sp.

Biogum yang dihasilkan oleh mikroba diproduksi secara fermentasi menggunakan sumber karbon atau nitrogen yang berbeda (Vidhyalakshmi *et al.*, 2012; Gomashe *et al.*, 2013). Fermentasi biogum menggunakan substrat glukosa sebagai sumber karbon akan memiliki harga yang relatif mahal. Masalah tersebut dapat diatasi dengan menggunakan sumber karbon alternatif (Li *et al.*, 2012). Sumber karbon alternatif yang digunakan dapat berasal dari produk samping atau limbah organik agro-industri, salah satunya yaitu limbah padat (ampas) tapioka (Kerdsup *et al.*, 2011).

Proses produksi tepung tapioka dari singkong (*Manihot esculenta* Crantz) dapat menghasilkan limbah berupa limbah padat dan limbah cair. Limbah padat berupa ampas dihasilkan oleh industri tapioka selama proses ekstraksi dan isolasi pati (Ray dan Moorthy, 2007). Limbah padat tapioka ini mengandung serat dan pati terbuang yang cukup tinggi, yaitu sekitar 30-70% (Woiciechowski *et al.*, 2004).

Ampas tapioka biasanya hanya digunakan untuk makanan ternak atau dibuang begitu saja di lingkungan. Pembuangan ampas tapioka ke lingkungan menyebabkan masalah polusi udara yang serius. Hal ini dikarenakan kandungan air pada limbah padat tapioka masih cukup tinggi, yaitu sekitar 75% (Woiciechowski *et al.*, 2004) dapat menyebabkan munculnya mikroba lain yang menyebabkan pembusukan, sehingga mengeluarkan bau tak sedap. Selain itu, menurut Pandey *et al.* (2000), kandungan gizi dalam ampas tapioka kurang cocok untuk makanan ternak. Hal ini disebabkan karena ampas tapioka hanya mengandung sedikit protein, yaitu sekitar 0,32-1,61 g/100 g berat kering. Meskipun begitu, kandungan karbohidratnya cukup tinggi.

Ampas tapioka mengandung karbohidrat cukup tinggi, yaitu berkisar 40,50-63,85 g/100 g berat kering (Pandey *et al.*, 2000) dan memiliki potensi sebagai sumber karbon untuk bioproses (Woiciechowski *et al.*, 2004) antara lain pada fermentasi biogum. Namun, penggunaan ampas tapioka sebagai sumber karbon alternatif masih perlu dilakukan optimasi untuk memperoleh produksi biogum yang sesuai harapan. Optimasi produksi biogum dapat dilakukan dengan mengatur jenis dan konsentrasi sumber karbon dan atau nitrogen, suhu, agitasi, aerasi, serta pH. Oleh karena itu, penelitian mengenai kondisi optimum untuk produksi biogum menggunakan sumber karbon alternatif berupa ampas tapioka perlu dilakukan, salah satunya dengan mengatur konsentrasi ampas tapioka dalam media fermentasi.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan sebelumnya, rumusan masalah yang diajukan pada penelitian ini adalah:

1. Diantara berbagai jenis bakteri patogen pada sawi hijau yang diperoleh dari area pertanian Kopeng, Jawa Tengah, bakteri apa saja yang mampu menghasilkan biogum?
2. Bagaimana kemampuan isolat yang diperoleh dalam menghasilkan biogum menggunakan sumber karbon alternatif berupa ampas tapioka?
3. Berapakah konsentrasi optimum ampas tapioka yang diperlukan oleh isolat terpilih dalam menghasilkan biogum tertinggi?
4. Bagaimana karakteristik isolat terpilih dari sawi hijau yang mampu menghasilkan biogum dengan menggunakan sumber karbon alternatif berupa ampas tapioka?

C. Tujuan

1. Memperoleh berbagai jenis isolat bakteri penghasil biogum dari daun sawi hijau (*Brassica rapa* var. *chinensis*) yang mengalami gejala penyakit busuk hitam di area pertanian Kopeng, Jawa Tengah.
2. Mengetahui kemampuan isolat terpilih dalam produksi biogum pada medium fermentasi dengan sumber karbon alternatif berupa ampas tapioka.
3. Memperoleh konsentrasi optimum ampas tapioka untuk produksi biogum menggunakan isolat terpilih.

4. Melakukan karakterisasi dan identifikasi isolat potensial penghasil biogum.

D. Manfaat

1. Penelitian ini dilakukan untuk memberikan informasi serta solusi lain dalam mengganti penggunaan pengental dari hewan maupun tumbuhan dengan menggunakan biogum dari mikroba.
2. Isolat potensial penghasil biogum dapat dijadikan koleksi kultur isolat dari wilayah lokal dan sumber yang berbeda.
3. Mengetahui konsentrasi optimum ampas tapioka untuk produksi biogum serta dapat digunakan untuk penelitian lebih lanjut dengan kondisi lingkungan yang berbeda.
4. Mengurangi adanya limbah organik di lingkungan yang berasal dari industri tapioka dan memberikan informasi kegunaan limbah organik ampas tapioka sebagai sumber karbon alternatif untuk bioproses, contohnya biogum.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Sepuluh isolat bakteri potensial penghasil biogum yang diperoleh dari daun sawi hijau yang mengalami gejala penyakit busuk hitam di area pertanian Kopeng, Magelang, Jawa Tengah, adalah isolat SH2, SHA1, SHA2, SHA3, SHB1, SHB3, SHC1, SHD2, SHD5, dan SHE.
2. Sepuluh isolat bakteri yang diperoleh semuanya mampu menghasilkan biogum menggunakan media pertumbuhan dan media fermentasi dengan sumber karbon alternatif berupa ampas tapioka. Empat isolat unggul yaitu SH2, SHA2, SHB1, dan SHD5 memiliki produksi biogum yang tinggi, namun kemampuan produksi biogum keempat isolat unggul dalam memproduksi biogum menggunakan ampas tapioka sebagai sumber karbon alternatif masih lebih rendah daripada isolat Xc.
3. Konsentrasi ampas tapioka sebesar 3% (w/v) merupakan konsentrasi optimum untuk produksi biogum. Konsentrasi ampas tapioka lebih dari 3% hanya akan menurunkan hasil produksi biogum.
4. Berdasarkan hasil *profile matching*, keempat isolat unggul penghasil biogum menunjukkan karakter yang mirip dengan bakteri dari genus *Pseudomonas* (SH2, SHA2, SHD5) dan *Erwinia* (SHB1).

B. Saran

1. Ampas tapioka sebagai sumber karbon alternatif memang berpengaruh terhadap produksi biogum. Namun, pemberian variasi konsentrasi inokulum, serta variasi kondisi lingkungan seperti variasi suhu, agitasi, dan variasi pH pada saat fermentasi masih perlu dikaji lagi agar diperoleh produksi biogum dengan kualitas dan kuantitas yang optimum. Selain itu, penggunaan sumber nitrogen juga perlu diperhatikan karena dapat mempengaruhi sel mikroba yang akan berpengaruh juga pada hasil produksi biogumnya. Penambahan mikro nutrien dan *trace element* juga perlu dilakukan karena mampu mempengaruhi kualitas biogum seperti nilai viskositasnya.
2. Hidrolisis ampas tapioka untuk produksi biogum masih perlu diuji lagi untuk mengetahui mekanisme hidrolisis yang paling mudah dan murah terutama untuk bidang industri. Selain itu, hasil dari proses hidrolisis akan sangat berpengaruh pada hasil produksi biogum karena perlu mempertimbangkan kemampuan bakteri dalam memanfaatkan sumber karbon yang ada pada ampas tapioka.
3. Identifikasi mikroba lokal potensial penghasil biogum masih perlu dilakukan sampai tingkat spesies untuk mengetahui jenis biogum yang dihasilkan oleh mikroba penghasil biogum. Apabila biogum dihasilkan oleh mikroba patogen pada manusia, maka biogum tidak dapat digunakan untuk bidang industri, terutama industri pangan dan kosmetik. Identifikasi secara genetik sangat diperlukan dalam hal ini.

4. Pengujian karakter secara morfologi dan biokimia pada isolat bakteri yang ditemukan masih perlu penambahan dengan pengujian yang spesifik yang dapat membedakan antara genus satu dengan yang lain, sehingga tidak terjadi kerancuan antara dendogram hasil perhitungan similaritas dan hasil identifikasi berdasarkan *profile matching*.



DAFTAR PUSTAKA

- Adhikari, T.B. and Basnyat, R. (1999). Phenotypic Characteristics of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* from Nepal. *European Journal of Plant Pathology*, 105, 303-305.
- Anonim. (2015). Iklim: Kopeng. Diakses pada tanggal 19 Agustus 2015, dari id.climate-data.org/location/624255
- Anbuselvi, S, Kumar, M.S., Vikram, M., dan Padmaja. (2012). A Comparative Study on Biosynthesis of Xanthan Gum Using Three Different *Xanthomonas* Strains Isolated from Diseased Plants. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 3 (3), B 1-6.
- Baird, J.K. dan Pettitt, D.J. (1991). Biogums Used in Food and Made by Fermentation. Dalam I. Goldberg dan R. Williams (Ed.), *Biotechnology and Food Ingredients* (pp. 223-263). New York, United State of America: An AVI Book.
- Bartkiene, E. (2012). *Plant Food Analysis Method*. Lithuanian University of Techonology.
- Carignatto, C.R.R., Oliviera, K.S.M., de Lima, V.M.G., dan Neto, P.d.O. (2011). New Culture Medium of Xanthan Production by *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. *Indian Journal Microbiology*, 51 (3), 283-288.
- Chun, W.W.C. (2002). Xanthomonadins, Unique Yellow Pigments of the Genus *Xanthomonas*. *The Plant Health Instructor*. Diakses tanggal 27 Januari 2015 dari <http://www.apsnet.org/sci-hub.org/edcenter/advanced/topics/Pages/Xanthomonadins.aspx>.
- Cruz, C.M.V., et al. (1984). Differentiation Between *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*, *Xanthomonas campestris* pv. *oryzicola* and the Bacterial 'Brown Blotch' Pathogen on Rice by Numerical Analysis of Phenotypic Features and Protein Gel Electrophoregrams. *Journal of General Microbiology*, 130, 2983-2999.
- Donot, F., Fontana, A., Baccou, J.C., dan Schorr-Galindo, S. (2012). Microbial Exopolysaccharides: Main Example of Synthesis, Excretion, Genetics and Extraction. *Carbohydrate Polymers*, 87, 951-952.
- Ermaiza. (2009). Pengaruh Dua Jenis Polisakarida dalam Biji Alpukat (*Persea americana mill*) terhadap Kandungan Sirup Glukosa Melalui Proses Hidrolisis dengan HCl 3%. [Skripsi]. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Fahrudin, F. (2009). Budidaya Caisim (*Brassica juncea* L.) Menggunakan Pupuk Ekstrak Teh dan Pupuk Kascing. [Skripsi]. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- Garcia-Orchoa, F., Santos, V.E., Casa, J.A., dan Gomez, E. (2000). Xanthan Gum: Production, Recovery and Properties. *Biotechnology Advances*, 18, 549-579.
- Garrity, G.M., Brenner, D.J., Krieg, N.R., dan Staley, J.R. (Eds.). (2005). *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology 2nd ed*, Volume 2: The Protobacteria, Part B: The Gammaprotobacteria. New York: Springer.

- Gomashe, A.V., Dharmik, P.G. dan Fuke P.S. (2013). Optimization and Production of Xanthan Gum by *Xanthomonas campestris* NRRL-B-1449 from Sugar Beet Molasses. *IJES*, 2 (5), 52-55.
- Gracelin, D.H.S., John de Britto, A. dan Kumar, B.J.R. (2012). Detection and Identification of *Xanthomonas campestris* pv. *centellae* on Leaves of *Centella asiatica* Collected in Tamilnadu. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 5 (1), 111-113.
- Haile, B., Adugna, G. Dan Handoro, F. (2014). Physiological Characteristics and Pathogenicity of *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* Strains Collected from Enset and Banana in Southwest Ethiopia. *African Journal of Biotechnology*, 13 (24), 2425-2434.
- Hardjanto, D. (1999). Pengaruh Nutrisi dan Lama Fermentasi terhadap Produksi Biogum dari *Enterobacter* sp. Dan *Erwinia* sp. [Skripsi]. Bogor : IPB.
- Harley, J.P. dan Prescott, I.M. (2002). *Laboratory Exercise in Microbiology*. Fifth Edition. USA : McGraw-Hill Companies.
- Harvey, J.B. dan McNeil, B. (1998). Thickeners of Microbial Origin. Dalam B.J.B. Wood (Ed.), *Microbiology of Fermented Foods* (pp. 148-171). London, United Kingdom: Thomson Science.
- Hermiati, E., *et al.* (2012). Potential Utilization of Cassava Pulp for Ethanol Production in Indonesia. *Scientific Research and Essays*, 7 (2), 100-106.
- Holt, J.G., Krieg, N.R., Sneath, P.H.A., Staley, J.T. dan Williams, S.T. (1994). *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 9nd ed.* Baltimore : Williams and Wilkins.
- Jabeen, R., Threema, I. dan Huma, B. (2012). Isolation, Characterization, Preservation and Pathogenicity Test of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* Causing BLB Disease and Rice. *Pakistan Journal of Botany*, 44, 261-265.
- Kedar, J. A. And Bholay, A. D. (2014). Ecofriendly Biosynthesis of Xanthan Gum by *Xanthomonas campestris*. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 3 (7), 1341-1355.
- Kerdsup, P., Tuntatiran, S., Sanguandeekul, R., dan Imjongjirak, C. (2011). Xanthan Production by Mutant Strain of *Xanthomonas campestris* TISTR 840 in Raw Cassava Starch Medium. *Food Bioprocess Technology*, 4, 1459-1462.
- Khosravi-Darani, K., Reyhani, F.S., Nejad, B.N., dan Farhadi, B.N. (2011). Bench Scale Production of Xanthan from Date Extract by *Xanthomonas campestris* in Submerged Fermentation Using Central Composite Design. *African Journal of Biotechnology*, 10 (62), 13520-13527.
- Koike, S., Gladders, P. dan Paulus, A.O. (2007). *Vegetable Diseases*. London : Mansion Publishing Ltd.
- Kumara, S., Khan, B.A., Rohit, K.C., dan Purushotham, B. (2012). Effect of Carbon and Nitrogen Source on The Production of Xanthan Gum from *Xanthomonas campestris* Isolated from Soil. *Archive of Applied Science Research*, 4 (6): 2507-2512.
- Li, Q., Yan, W., Yang, K. Wen, Y., dan Tang J. (2012). Xanthan Gum Production by *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* 8004 Using Cassava Starch as Carbon Souce. *African Journal of Biotechnology*, 11 (73), 13809-13813.

- Mentan RI. (2015). Basis Data Pertanian: Produk, Luas Panen dan Produktivitas Tanaman Pangan Ubi Kayu/Singkong. Diakses tanggal 19 Agustus 2015, dari <http://www.pertanian.go.id/>
- Mohan, S.T., Jeeva, S., Palavesam, A., Lekshmi, N.C.J.P., dan Brindha, J.R. (2011). Production and Optimization Study of a Novel Extracellular Polysaccharide by Wild-Type Isolate of *Xanthomonas campestris*. *J.Microbiol.Biotech.Res.*, 1 (4), 175-182.
- Mooter, M.V. dan Swings, J. (1990). Numerical Analysis of 295 Phenotypic Features of 266 *Xanthomonas* Strains and Related Strains and an Improved Taxonomy of the Genus. *Int. J. Syst. Bacteriol.*, 40, (4), 348-369.
- Mustini dan Ainy, E.Q. (2014). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Penghasil Biogum dari Daun Kembang Kol (*Brassica oleracea* L.) di Area Pertanian Kapunan, Magelang, Jawa Tengah. *Jurnal Kaunia*, 10 (2), 73-80.
- Öner, Ebru Toksoy. (2013). Microbial Production of Extracellular Polysaccharides from Biomass. Dalam Z. Fang (Ed.), *Pretreatment Techniques for Biofuels and Biorefineries* (pp. 35-56). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Pandey, A. *et al.* (2000). Biotechnological Potential of Agro-Industrial Residues. II : Cassava Bagasse. *Bioresource Technology*, 74, 81-87.
- Pangestiniingsih. (1998). Isolasi dan Seleksi Mikroba Penghasil Biogum dari Sayuran Busuk, Lendir pada Tempat Pembuatan Tahu, dan Daun. [Skripsi]. Bogor : IPB.
- Purnomo, Eko Hari. (1998). Karakterisasi Sifat Reologi Biogum *Enterbacter agglomerans* N. [Skripsi]. Bogor : IPB.
- Purwoko, Tjahjadi. (2009). *Fisiologi Mikroba*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Rachmania, R.A., Nisma, F., dan Mayangsari, E. (2013). Ekstraksi Gelatin dari Tulang Ikan Tenggiri Melalui Proses Hidrolisis Menggunakan Larutan Basa. *Media Farmasi*, 10, 18-28.
- Ray, R.C. and Moorthy, S.N. (2007). Exopolysaccharide (Pullulan) Production from Cassava Starch Residue by *Aureobasidium pullulans* Strain MTTC 1991. *J Sci Ind Res*, 66, 252-255.
- Retnowati, D. dan Sutanti, R. (2009). Pemanfaatan Limbah Padat Ampas Singkong dan Lindur sebagai Bahan Baku Pembuatan Etanol. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Rohajaten, U. (1989). Studi Proses Hidrolisis Pod Cokeland dengan Menggunakan Asam untuk Produksi Gum Xanthan. [Skripsi]. Bogor : IPB.
- Rosalam, S. dan England, S. (2006). Review of Xanthan Gum Production from Unmodified Starches by *Xanthomonas compestreis* sp. *Enzyme and Microbial Technology*, 39, 197-207.
- Sastrahidajat, I.H. dan Soemarno. (1996). *Budidaya Tanaman Tropika*. Surabaya : Usaha Nasional.
- Saputra, S. (2011). *Hama dan Penyakit Tanaman Sawi serta Pengendaliannya*. Pekanbaru : Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Riau.
- Soudi, M.R., Alimadadi, N. dan Ghadam, P. (2011). Minimal Phenotypic Test for Simple Differentiation of *Xanthomonas campestris* from Other Yellow-Pigmented Bacteria Isolated from Soil. *IJM*, 3 (2), 84-91.

- Staley, J.T., Brenner, D.J. dan Krieg, N.R. (Eds.). (2005). *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology 2nd ed*, Volume 2: The Protobacteria, Part A: Introduction Essays. New York: Springer.
- USDA. (2015). *Brassica chinensis* L (Pak choi). Diakses tanggal 19 Agustus 2015, dari <http://plants.usda.gov/core/profile?symbol=BRCH4>
- Vidhyalakshmi, R., Vallinachiyar, C. dan Rhadika, R. (2012). Production of Xanthan from Agro-Industrial Waste. *J.Adv. Scient Res*, 3 (2), 56-59.
- Wattimena, J.R., Sugiaso, N.C., Widiyanto, N.B., Sukandar, E.Y., dan Soedarmadji, A.A. (1991). *Farmakodinamik dan Terapi Antibiotik*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Widadi, S., Lanayanti dan Sumiyati. Exploration of Bacteriophage Virulent to *Xanthomonas campestris* pv *campestris* Towards Development as Biocontrol Agent for Cabbage Black Rot Disease. Semarang : Fakultas Pertanian UNS.
- Wilson, J.W., Schurr, M.J., LeBlanc, C.L., Ramamurthy, R., Buchanan, K.L., dan Nickerson, C.A. (2002). Mechanism of Bacterial Pathogenicity. *Postgrad Medical Journal*, 78, 216-224.
- Woiciechowski, A.L., Soccol, C.R., Rocha, S.N., dan Pandey, A. (2004). Xanthan Gum Production from Cassava Bagasse Hydrolysate with *Xanthomonas campestris* Using Alternative Sources of Nitrogen. *Appllied Biochemistry and Biotechnology*, 118, 305-312.



LAMPIRAN

Tabel 15. Komposisi media yang digunakan dalam fermentasi

Media	<i>Yeast</i> (g/L)	<i>Malt</i> (g/L)	Pepton (g/L)	Glukosa	Ampas tapioka
YMB	3	3	5	10 g/L	-
YPGCb tahap seleksi	3	-	5	9 g/L	1%
YPGCb tahap optimasi	3	-	5	0,3%; 0,5%; 0,7%	1%, 3%, 5%