



## Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: Lilis Hermida  
Assignment title: pdf files  
Submission title: Proses Pembuatan Enzim Alfa-Amil...  
File name: Paten\_ALFA-AMILASE\_MEDIASI\_m..  
File size: 473.67K  
Page count: 16  
Word count: 3,370  
Character count: 20,649  
Submission date: 23-Jan-2021 05:24AM (UTC+0700)  
Submission ID: 1492508476

### Deskripsi

#### PROSES PEMBUATAN ENZIM ALFA-AMILASE TERIMOBILISASI PADA PENYANGGA SILIKA BUSA SELULER MESOSTRUKTUR

5

##### **Bidang Teknik Invensi**

Invensi ini berhubungan dengan proses imobilisasi enzim bebas alfa-amilase SQzyme-BAP pada penyangga anorganik silika *mesoporous cellular foam* (silika MCF-(9.2T-3D)) secara adsorpsi untuk menghasilkan tingkat enzim terimobilisasi yang tinggi dengan memvariasikan faktor-faktor operasi proses imobilisasi dan pengamatan efektivitas produk enzim alfa-amilase terimobilisasi dalam proses hidrolisis tepung tapioka.

15

##### **Latar Belakang Invensi**

Penggunaan tepung tapioka dalam produksi etanol mengharuskan konversi tapioka menjadi gula reduksi terlebih dahulu melalui proses hidrolisis asam atau enzimatis sebelum fermentasi etanol dilakukan. Proses hidrolisis tapioka dilaksanakan dalam 2 (dua) tahap proses, yaitu: tahap likuifaksi dan tahap sakarifikasi dimana enzim alfa-amilase bekerja untuk tahap likuifaksi, sedangkan enzim glukamilase berfungsi dalam proses sakarifikasi. Kedua enzim amilase harus dipasok dari luar karena mikroorganisme fermentasi etanol tidak dapat menghasilkan mereka. Tetapi, penambahan enzim amilase dalam bentuk enzim bebas (*free enzymes*) kedalam larutan tepung tapioka masih sering dilakukan, sehingga enzim bebas yang telah dipakai tidak dapat dihimpun untuk digunakan kembali. Karena harga enzim amilase bebas cukup mahal dan penggunaannya cukup besar, maka pemakaian berulang kali enzim amilase dalam proses hidrolisis akan membantu ekonomi produksi etanol.

Aplikasi teknologi enzim terimobilisasi merupakan cara untuk menggunakan kembali enzim bebas dalam proses produksi. Enzim bebas akan dilekatkan pada permukaan penyangga yang bersifat inert. Enzim terimobilisasi dapat ditempatkan dalam reaktor unggun tetap

35

# Proses Pembuatan Enzim Alfa- Amilase Terimobilisasi Pada Penyangga Silika Busa Seluler Mesostruktur

*by* Lilis Hermida

---

**Submission date:** 23-Jan-2021 05:24AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 1492508476

**File name:** Paten\_ALFA-AMILASE\_MEDIASI\_maret\_2020.pdf (473.67K)

**Word count:** 3370

**Character count:** 20649

## Deskripsi

### PROSES PEMBUATAN ENZIM ALFA-AMILASE TERIMOBILISASI PADA PENYANGGA SILIKA BUSA SELULER MESOSTRUKTUR

5

8

#### **Bidang Teknik Invensi**

Invensi ini berhubungan dengan proses immobilisasi enzim bebas alfa-amilase SQzyme-BAP pada penyangga anorganik silika *mesoporous cellular foam* (silika MCF-(9.2T-3D)) secara adsorpsi untuk  
10 menghasilkan tingkat enzim terimobilisasi yang tinggi dengan memvariasikan faktor-faktor operasi proses immobilisasi dan pengamatan efektivitas produk enzim alfa-amilase terimobilisasi dalam proses hidrolisis tepung tapioka.

#### 15 **Latar Belakang Invensi**

Penggunaan tepung tapioka dalam produksi etanol mengharuskan konversi tapioka menjadi gula reduksi terlebih dahulu melalui proses hidrolisis asam atau enzimatis sebelum fermentasi etanol dilakukan. Proses hidrolisis tapioka dilaksanakan dalam 2 (dua)  
20 tahap proses, yaitu: tahap likuifaksi dan tahap sakarifikasi dimana enzim alfa-amilase bekerja untuk tahap likuifaksi, sedangkan enzim glukoamilase berfungsi dalam proses sakarifikasi. Kedua enzim amilase harus dipasok dari luar karena mikroorganisme fermentasi etanol tidak dapat menghasilkan mereka. Tetapi,  
25 penambahan enzim amilase dalam bentuk enzim bebas (*free enzymes*) kedalam larutan tepung tapioka masih sering dilakukan, sehingga enzim bebas yang telah dipakai tidak dapat dihimpun untuk digunakan kembali. Karena harga enzim amilase bebas cukup mahal dan penggunaannya cukup besar, maka pemakaian berulang kali enzim  
30 amilase dalam proses hidrolisis akan membantu ekonomi produksi etanol.

Aplikasi teknologi enzim terimobilisasi merupakan cara untuk menggunakan kembali enzim bebas dalam proses produksi. Enzim bebas akan dilekatkan pada permukaan penyangga yang bersifat *inert*.  
35 Enzim terimobilisasi dapat ditempatkan dalam reaktor unggun tetap

dimana larutan tapioka dialirkan ke reaktor untuk proses hidrolisis. Enzim terimobilisasi ditambahkan kedalam larutan tapioka dan, setelah proses hidrolisis berlangsung, enzim terimobilisasi dapat difiltrasi dan diresirkulasi. Meskipun  
5 imobilisasi enzim mengakibatkan peningkatan resistansi perpindahan massa dan biaya preparasi katalis, teknologi imobilisasi enzim dapat meningkatkan stabilitas, aktivitas dan selektifitas enzim serta mereduksi inhibisi enzim. Sudah banyak metode dan penyangga yang dikaji, tetapi faktor-faktor operasi sangat mempengaruhi  
10 proses imobilisasi.

Imobilisasi enzim alfa-amilase secara adsorpsi, pengikatan kovalen, *entrapment* dan *cross-linking* telah dicoba pada penyangga anorganik seperti partikel nano magnetik, polivinil alkohol, poligliseril metakrilat, polianilin, mineral Fuller dan campuran  
15 karboksimetil selulosa-gelatin. Hasil-hasil ini menunjukkan bahwa alfa-amilase terimobilisasi memiliki stabilitas dan aktivitas yang cukup baik seperti enzim alfa-amilase bebas. Alfa-amilase terimobilisasi memiliki stabilitas dan konstanta kinetika yang lebih besar daripada enzim alfa-amilase bebas (Akkaya dkk, 2012).  
20 Efisiensi proses imobilisasi dipengaruhi oleh media imobilisasi, waktu kontak dan konsentrasi/jumlah awal enzim bebas (Ashly dkk, 2011). Alfa-amilase terimobilisasi memiliki umur lebih panjang dan aktivitas sisa 75% setelah 5 (lima) kali pemakaian (Rath dkk, 2012). Enzim alfa-amilase terimobilisasi pada Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-NPs berhasil  
25 mempertahankan 94% aktivitas awal enzim (Khan dkk, 2012). Stabilitas termal enzim alfa-amilase terimobilisasi pada serat polivinil alkohol meningkat, tetapi dan aktivitasnya menurun sebesar 25% setelah 30 hari disimpan (Oktay dkk, 2015).

Salah satu penyangga untuk imobilisasi enzim adalah silika.  
30 Imobilisasi enzim alfa-amilase pada partikel nano magnetik termodifikasi dibalut silika secara kovalen memperlihatkan aktivitas katalitik dan stabilitas termal enzim terimobilisasi yang lebih baik daripada enzim bebas (Sohrabi dkk, 2014). Soleimani dkk (2012) menggunakan partikel nano-silika untuk  
35 mengadsorpsi alfa-amilase bebas guna mempelajari pengaruh suhu, pH dan kelembaban terhadap kinerja alfa-amilase dalam menghidrolisis

pati, dan mendapatkan bahwa enzim terimobilisasi memiliki kinerja dan stabilitas lebih baik dari enzim bebas. Enkapsulasi alfa-amilase pada silika mesopori juga menunjukkan stabilitas termal lebih tinggi daripada alfa-amilase bebas dimana jumlah enzim yang terimobilisasi bertambah dengan meningkatnya ukuran pori penyangga (Hisamatsu dkk, 2012). Pandhya dkk (2005) yang mengimobilisasi alfa-amilase secara bertahap pada beberapa silika mesopori secara kovalen menyimpulkan silika MCF-335 memiliki aktivitas setara 80% aktivitas enzim bebas. Lebih lanjut, mereka menyatakan bahwa imobilisasi enzim alfa-amilase secara kovalen pada silika MCM-41 dan SBA-15 terjadi pada permukaan eksternal silika, sedangkan penyangga silika MCF-335 berhasil mengimobilisasi enzim alfa-amilase ke bagian dalam pori-pori silika, sehingga memiliki aktivitas spesifik mendekati alfa-amilase bebas dalam likuifaksi pati.

Beberapa paten telah memaparkan keberhasilan imobilisasi enzim alfa-amilase bebas pada beberapa penyangga. Paten US No. 4.338.398 menguraikan proses imobilisasi enzim alfa-amilase bebas DENAZYME pada permukaan resin Amberlite XAD-1 secara kovalen yang kemudian digunakan pada pembuatan sirup padat oligoglukosil fruktosida. Paten US No. 6.274.355 mendiskusikan penggunaan enzim alfa-amilase terimobilisasi pada permukaan partikel resin berpori untuk pembuatan sirup maltose. Paten US No. 3.627.638 berisi uraian proses imobilisasi enzim alfa-amilase bebas pada permukaan senyawa selulosa. Paten US No. 4.251.631 merangkum keberhasilan proses imobilisasi enzim alfa-amilase bebas pada permukaan membrane selulosa ester, nilon, kopolimer akrilonitril-polivinil klorida dan silika termodifikasi polivinil klorida.

### 30 **Ringkasan Invensi**

Invensi ini berhubungan dengan proses pembuatan enzim alfa-amilase terimobilisasi pada penyangga anorganik silika MCF-(9.2T-3D) secara *batch* terdiri atas tahap-tahap sebagai berikut: mencampurkan enzim bebas alfa-amilase SQzyme BAP dengan jumlah 1,0-3,0 mg/mL dan 500 miligram (mg) penyangga kedalam 30 mililiter (mL) larutan buffer fosfat Sorensen 100 milimolar (mM) dengan pH

5,0-7,0 pada kondisi temperatur lingkungan; menempatkan campuran tersebut dalam alat *water bath shaker* selama 5 (lima) jam pada temperatur 30-55°C dan kecepatan pengadukan 60-140 rotasi per menit (rpm); menyaring campuran yang telah diproses dengan kertas saring Whatman #40 yang telah disiapkan pada corong pemisah; mencuci residu padatan yang terdapat pada kertas saring dengan larutan buffer fosfat Sorensen 100 milimolar (mM) dengan pH 5,0-7,0 yang sesuai dengan pH larutan buffer pada proses imobilisasi sebanyak 3 (tiga) kali dengan volume masing-masing 50 mL; mengeringkan residu padatan pada oven dengan suhu 35°C selama 12 jam; mendinginkan padatan dalam desikator selama 1 jam dan dihasilkan produk enzim alfa-amilase terimobilisasi yang memiliki unit aktivitas sebesar 101 U per gram.

Tujuan invensi ini adalah menyediakan proses pembuatan enzim alfa-amilase terimobilisasi pada penyangga silica MCF (9.2T-3D).

Tujuan lain invensi ini adalah untuk menyediakan produk enzim alfa-amilase terimobilisasi pada penyangga silica MCF (9.2T-3D) yang digunakan untuk proses likuifaksi zat pati.

#### 20 **Uraian Singkat Gambar**

Gambar 1. Bagan alir pembuatan enzim alfa-amilase terimobilisasi pada silika MCF-(9.2T-3D)

Gambar 2. Pengaruh temperatur (T), kecepatan pengadukan campuran (rpm), pH larutan buffer dan konsentrasi awal enzim bebas terhadap tingkat imobilisasi alfa-amilase bebas

Gambar 3. Pengaruh temperatur terhadap nilai DE proses hidrolisis tapioka

Gambar 4. Pengaruh kecepatan pengadukan campuran terhadap nilai DE

30

#### **Uraian lengkap Invensi**

Proses imobilisasi dilakukan dengan metode adsorpsi enzim alfa-amilase bebas pada permukaan silika MC-(9.2T-3D) seperti diuraikan pada Gambar 1. Enzim alfa-amilase bebas dengan konsentrasi 1,0-3,0 mg/mL dilarutkan dalam larutan fosfat buffer

35

Sorensen 100 mM yang memiliki kondisi pH 5,0-7,0. Kemudian, 500 mg silika MCF ditambahkan kedalam larutan tersebut. Campuran diletakan dalam alat *water bath shaker* dan kecepatan pengadukan diatur pada rentang nilai 60-140 rotasi per menit (rpm).

5 Temperatur unit *water bath shaker* diatur pada rentang 30-55°C. Proses imobilisasi dilaksanakan selama 5 (lima) jam. Setelah 5 jam, campuran disaring dengan kertas saring Whatman #40. Filtrat disimpan dalam kulkas terlebih dahulu untuk kemudian dianalisis kandungan proteinnya (filtrat-1), sedangkan residu padatandibilas  
10 dengan larutan buffer Sorensen (3x50 mL) dengan nilai pH yang sesuai dengan pH pada proses imobilisasi. Filtrat proses pencucian disimpan terlebih dahulu sebelum dianalisis kandungan proteinnya (filtrat-2). Selanjutnya, residu padatan dikeringkan dalam oven dengan suhu diatur pada nilai 35°C selama 1 (satu) malam. Setelah  
15 itu residu padatandisimpan dalam desikator selama 1 (satu) jam. Enzim terimobilisasi yang telah kering disimpan dalam kulkas dengan kondisi suhu ruang sebelum digunakan dalam proses hidrolisis tepung tapioka. Jumlah enzim bebas yang terimobilisasi dihitung dengan persamaan (1), yaitu:

$$20 \quad \text{Enzim terimobilisasi (\%)} = \frac{(C_0 - C_t)}{C_0} \times V \times 100 \quad \dots (1)$$

dimana  $C_0$  dan  $C_t$  adalah konsentras enzim bebas awal dan akhir (mg/mL) dan  $V$  adalah volume reaktor (mL). Selama proses imobilisasi, faktor pH, temperatur, kecepatan pengadukan dan konsentrasi enzim divariasikan. Dalam proses imobilisasi enzim  
25 bebas, beberapa faktor operasi proses sangat mempengaruhi tingkat imobilisasi pada permukaan penyangga anorganik silika MCF-(9.2T-3D). Imobilisasi yang tepat bergantung pada faktor-faktor seperti waktu reaksi, pH, suhu, larutan buffer (Mateo dkk, 2007).

Faktor operasi yang pertama kali divariasikan adalah  
30 temperatur. Temperatur yang tinggi dapat memudahkan pergerakan enzim dan penyangga (Mateo dkk, 2007), sehingga dapat membantu peningkatan interaksi enzim bebas dan penyangga agar terbentuk penggabungan dalam jumlah yang besar. Faktor operasi ini diamati pada rentang 30-55°C dengan interval 5°C selama 5 (lima) jam dimana  
35 faktor-faktor lainnya dipertahankan konstan (kecepatan pengadukan

campuran: 100 rpm; pH larutan buffer fosfat Sorensen: 5,5; konsentrasi awal alfa-amilase bebas: 2 mg/mL). Tingkat imobilisasi enzim bebas yang dihasilkan adalah 75,50-84,88% seperti diuraikan dalam Gambar 2. Hasil terendah dan tertinggi  
5 diperoleh pada temperatur 30°C (T30) dan 50°C (T50). Hasil yang didapatkan tersebut termasuk tinggi karena  $\geq 75\%$  enzim bebas dapat diimobilisasi. Tetapi perbedaan hasil tertinggi dan terendah tersebut tidak terlalu besar ( $<10\%$ ), sehingga proses imobilisasi dapat dilakukan pada suhu rendah seperti 30°C jika faktor pasokan  
10 energi untuk proses imobilisasi menjadi hal yang harus dipertimbangkan. Rentang temperatur 35-45°C (T35-T45) menghasilkan tingkat imobilisasi sebesar 77,41-81,05%, sedangkan suhu 55°C (T55) memberikan tingkat imobilisasi sekitar 83,60%. Oleh karena itu, silika MCF-(9.2T-3D) dapat digunakan dengan baik sebagai penyangga  
15 enzim alfa-amilase bebas karena tingkat imobilisasi yang tinggi. Faktor temperatur pada rentang 30-55°C kurang berpengaruh terhadap proses imobilisasi enzim alfa-amilase bebas pada silika MCF karena fluktuasi tingkat imobilisasi enzim yang tidak besar.

Kecenderungan peningkatan jumlah enzim yang terimobilisasi  
20 yang seiring dengan meningkatnya temperatur berkaitan dengan peristiwa pergerakan partikel oleh proses pemanasan. Seperti dijelaskan sebelumnya bahwa semakin tinggi temperatur, maka interaksi antara enzim dan penyangga akan semakin cepat (Mateo dkk, 2007), sehingga terjadi interaksi yang tinggi diantara enzim  
25 dan silika MCF. Tetapi, penurunan tingkat enzim terimobilisasi yang terjadi pada saat temperatur dinaikan dari 50°C ke 55°C adalah disebabkan oleh pergerakan yang terlalu cepat diantara enzim bebas dan silika MCF, sehingga tumbukan yang terjadi justru mengakibatkan lepasnya ikatan-ikatan yang telah terbentuk. Metode  
30 yang digunakan pada proses imobilisasi ini adalah metode adsorpsi dimana kekurangan metode ini adalah memiliki ikatan yang lemah diantara enzim bebas dan penyangganya (Nisha, 2012).

Suhu efektif untuk proses imobilisasi enzim alfa-amilase bebas sesungguhnya bergantung pada jenis penyangga yang digunakan.  
35 Wang dkk (2011) mengimobilisasi enzim alfa amilase pada penyangga



pentaetilenaheksamin dan pentaetilglukol pada suhu 35°C selama 8 (delapan) jam dan mendapatkan tingkat imobilisasi sebesar 75%. Cigil dkk (2013), Djabali dkk (2009) dan Hasirci dkk (2006) menggunakan suhu yang lebih rendah (25°C) dalam proses imobilisasi 5 enzim alfa-amilase bebas pada penyangga poliimida termodifikasi, alginat dan partikel *poly(dimer acid-co-alkyl polyamine)*. Akkaya dkk (2012) mengimobilisasi enzim alfa-amilase bebas pada temperatur 37°C pada permukaan butiran poliglisisidilmetakrilat.

Faktor kedua yang diobservasi adalah kecepatan pengadukan 10 campuran (rpm) enzim bebas dan silika MCF. Kecepatan pengadukan mempengaruhi tingkat imobilisasi enzim bebas karena pengadukan akan mendistribusikan partikel-partikel di dalam cairan, sehingga dapat mendukung peristiwa perpindahan massa partikel. Kecepatan pengadukan yang digunakan adalah 60-140 rotasi per menit (rpm) 15 dengan faktor lain adalah tetap (temperatur: 50°C; pH larutan buffer: 5,5; konsentrasi awal enzim bebas: 2 mg/mL; waktu imobilisasi: 5 jam). Tingkat imobilisasi yang dihasilkan berada pada nilai 80,97-84,88% (Gambar 2) dimana hasil tertinggi dan terendah didapatkan pada kecepatan pengadukan 100 rpm dan 120 rpm. 20 Perbedaan tingkat imobilisasi yang didapatkan tidak terlalu besar, yaitu < 5%. Selisih tingkat imobilisasi untuk kecepatan pengadukan 60-100 rpm juga kecil (< 1%), sehingga kecepatan pengadukan dapat dioperasikan pada kondisi yang cukup rendah agar pasokan energi pengadukan menjadi lebih kecil. Faktor kecepatan 25 pengadukan pada rentang yang digunakan kurang berpengaruh terhadap proses imobilisasi enzim alfa-amilase bebas pada silika MCF karena garis kurva yang dihasilkan cenderung mendatar (linier) yang berarti fluktuasi tingkat imobilisasi enzim alfa-amilase bebas tidak tinggi sebagaimana dapat diamati dalam Gambar 2.

Faktor kecepatan pengadukan kurang menjadi fokus observasi 30 penelitian terdahulu. Dari artikel-artikel yang telah dipublikasi, tidak banyak ditemukan pembahasan spesifik tentang pengaruh kecepatan pengadukan campuran. Sebagian besar artikel tersebut hanya menjelaskan bahwa dilakukan pengadukan campuran 35 tanpa memberikan detil (angka) kecepatan pengadukan. Tetapi,

Cigil dkk (2013) menggunakan kecepatan pengadukan sebesar 110 rpm untuk proses imobilisasi secara kovalen enzim alfa-amilase pada permukaan poliimida termodifikasi. Terdahulu, Lim dkk (2003) mengaduka campuran dengan kecepatan 200 rpm untuk imobilisasi 5 enzim tersebut pada partikel silika berukuran 0,5-10 mikrometer ( $\mu\text{m}$ ).

pH dari larutan *buffer* fosfat Sorensen juga turut berpengaruh terhadap hasil proses imobilisasi enzim. Proses imobilisasi seringkali dilaksanakan pada pH netral (Mateo dkk, 10 2007). Kondisi pH larutan *buffer* diamati pada rentang nilai 5,0-7,0 dengan interval 0,5 dan faktor lainnya adalah tetap (temperatur: 50°C; kecepatan pengadukan: 100 rpm; konsentrasi awal enzim bebas: 2 mg/mL; waktu reaksi: 5 jam). Tingkat imobilisasi enzim bebas yang didapatkan adalah 74,6-94,5% dimana tingkat 15 imobilisasi tertinggi berada pada pH 6,0, sedangkan tingkat imobilisasi terendah berada pada pH 5,0 (Gambar 2). Peningkatan kondisi pH larutan *buffer* menjadi > 6,0 mengakibatkan penurunan tingkat imobilisasi yang cukup besar, yaitu: 11-14%. pH larutan 20 *buffer* 5,5 menghasilkan tingkat imobilisasi enzim sebesar 84,95. Faktor pH ternyata sangat berpengaruh terhadap tingkat imobilisasi enzim bebas karena fluktuasi hasil yang besar.

Sohrabi dkk (2014) menggunakan larutan *buffer* fosfat pH 6,9 untuk mengimobilisasi enzim alfa-amilase pada permukaan partikel nano magnetik terfungsionalisasi dengan tingkat imobilisasi 25 sebesar 45%. Soleimani dkk (2012) mengamati proses imobilisasi enzim alfa-amilase pada permukaan partikel nano silika pada rentang pH 2-10 dengan hasil > 80% enzim terimobilisasi pada level pH 2-6, sedangkan larutan fosfat pH 8-10 menghasilkan tingkat imobilisasi yang kurang dari 50%. Wang dkk (2011) mendapatkan 30 tingkat imobilisasi sebesar 80-83% pada kondisi pH 7-8. Akkaya dkk (2012) mendapatkan tingkat imobilisasi enzim alfa-amilase lebih dari 80% pada kondisi pH 9-11, sedangkan pH 4,0-7,5 menghasilkan tingkat imobilisasi kurang dari 50%.

Faktor terakhir yang diamati pada proses imobilisasi enzim 35 alfa-amilase pada penyangga silika MCF-(9.2T-3D) adalah

konsentrasi awal enzim bebas yang diobservasi pada rentang konsentrasi 1,0-3,0 mg/mL (Gambar 5) dimana faktor lainnya dipertahankan konstan selama eksperimen (temperatur: 50°C, kecepatan pengadukan: 100 rpm, pH larutan buffer: 6,0, waktu imobilisasi: 5 jam). Hasil yang diperoleh berada pada rentang 88,54-97,64%. Tingkat enzim terimobilisasi tertinggi dan terendah diperoleh masing-masing pada konsentrasi enzim bebas 1,5 mg/mL dan 3,0 mg/mL. Tingkat enzim terimobilisasi cenderung turun ketika konsentrasi awal enzim bebas dinaikkan. Konsentrasi awal enzim bebas 1,0 mg/mL menghasilkan tingkat imobilisasi enzim sebesar 96,98% dimana hasil tersebut tidak terlalu jauh berbeda dengan hasil yang diperoleh pada konsentrasi enzim 1,5 mg/mL. Peningkatan konsentrasi enzim awal bebas > 1,5 mg/mL menurunkan tingkat imobilisasi enzim ke level 88,54-94,72%. Pengaruh faktor konsentrasi awal enzim tidak terlalu besar karena tingkat imobilisasi enzim bebas cenderung stabil, yaitu: > 90% untuk rentang konsentrasi awal enzim bebas 1-2,5 mg/mL.

Produk enzim alfa-amilase terimobilisasi yang diperoleh memiliki unit aktivitas enzimatis sebesar 101 U per gram setelah dianalisis dengan analisis glukosa standar metoda DNS (*dinitrosalicylic acid*).

Produktivitas enzim alfa-amilase terimobilisasi yang dihasilkan diamati pada proses hidrolisis pati tapioka. Proses hidrolisis enzimatis yang dilakukan adalah sebagai berikut: 30 mL larutan buffer sodium asetat 100 mM dengan pH diatur pada nilai 6,0 dituangkan dalam beberapa Erlenmeyer 100 mL. Kemudian pati tapioka ditambahkan kedalamnya dengan konsentrasi sebesar 8 mg/mL. Enzim alfa-amilase terimobilisasi sebanyak 84,8 unit enzim (U) dicampurkan kedalam larutan tapioka. Larutan kemudian ditempatkan dalam alat *water bath shaker* dengan suhu operasi dan kecepatan pengadukan tertentu selama 24 jam. Sampel proses hidrolisis diambil pada rentang waktu tertentu untuk diamati kandungan *dextrose equivalent* (DE). Observasi dilakukan terhadap temperatur reaksi dan kecepatan pengadukan campuran dengan metode *one-factor-at-a-time* (OFAT).

Faktor pertama yang dipertimbangkan mempengaruhi konversi tapioka menjadi gula reduksi (DE) adalah temperatur yang diamati pada rentang nilai 50-80°C seperti diperlihatkan dalam Gambar 3. Nilai DE yang diperoleh berada pada interval 26,99-52,07% setelah observasi selama 24 jam. Nilai DE tertinggi dan terendah dihasilkan pada temperatur 80°C dan 50°C. Konverasi tapioka menjadi gula reduksi cenderung meningkat seiring dengan naiknya suhu reaksi hidrolisis. Temperatur 60°C dan 70°C menghasilkan nilai DE masing-masing sebesar 51,55% dan 50,25% yang tidak jauh berbeda dengan nilai DE terbesar yang dihasilkan. Pengaruh temperatur terhadap proses hidrolisis tapioka menggunakan cukup tinggi dimana suhu rendah (50°C) menghasilkan nilai DE yang rendah sedangkan pada suhu 60-80°C konversi yang diperoleh cukup baik dan stabil (50-52%).

Faktor selanjutnya yang diamati adalah kecepatan pengadukan campuran (Gambar 4). Kecepatan pengadukan diamati pada rentang nilai 100-160 rotasi per menit (rpm). Konversi pati tapioka menjadi gula reduksi adalah sebesar 35,09-51,55%. Hasil tertinggi didapatkan pada kecepatan pengadukan 140 rpm, sedangkan hasil terendah diperoleh pada kecepatan pengadukan 120 rpm. Kecepatan pengadukan 100 rpm dan 160 rpm menghasilkan nilai DE masing-masing sebesar 35,25% dan 47,94%. Kecepatan pengadukan yang rendah cenderung menghasilkan nilai DE yang rendah, tetapi kecepatan pengadukan yang terlalu tinggi menurunkan konversi tapioka menjadi gula reduksi (DE). Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap nilai DE yang dihasilkan cukup besar.

30

35

**Klaim**

1. Proses pembuatan enzim alfa-amilase terimobilisasi pada penyangga anorganik silika MCF-(9.2T-3D) secara *batch* terdiri atas tahap-tahap sebagai berikut:
  - 5 a. mencampurkan enzim bebas alfa-amilase SQzyme BAP dengan jumlah 1,0-3,0 mg/mL dan 500 miligram (mg) penyangga kedalam 30 mililiter (mL) larutan buffer fosfat Sorensen 100 milimolar (mM) dengan pH 5,0-7,0 pada kondisi temperatur lingkungan;
  - b. menempatkan campuran (a) dalam alat *water bath shaker* selama 5  
10 (lima) jam pada temperatur 30-55°C dan kecepatan pengadukan 60-140 rotasi per menit (rpm);
  - c. menyaring campuran (b) dengan kertas saring Whatman #40 yang telah disiapkan pada corong pemisah;
  - d. mencuci residu padatan yang terdapat pada kertas saring dengan  
15 larutan buffer fosfat Sorensen 100 milimolar (mM) dengan pH 5,0-7,0 yang sesuai dengan pH larutan buffer pada proses imobilisasi sebanyak 3 (tiga) kali dengan volume masing-masing 50 mL;
  - e. mengeringkan residu padatan pada <sup>1</sup>oven dengan suhu 35°C selama  
20 12 jam;
  - f. mendinginkan padatan <sup>1</sup>dalam desikator selama 1 jam dan dihasilkan produk enzim alfa-amilase terimobilisasi.
2. Produk enzim alfa-amilase terimobilisasi yang dihasilkan dari Klaim 1 dicirikan memiliki unit aktivitas sebesar 101 U per  
25 gram.

30

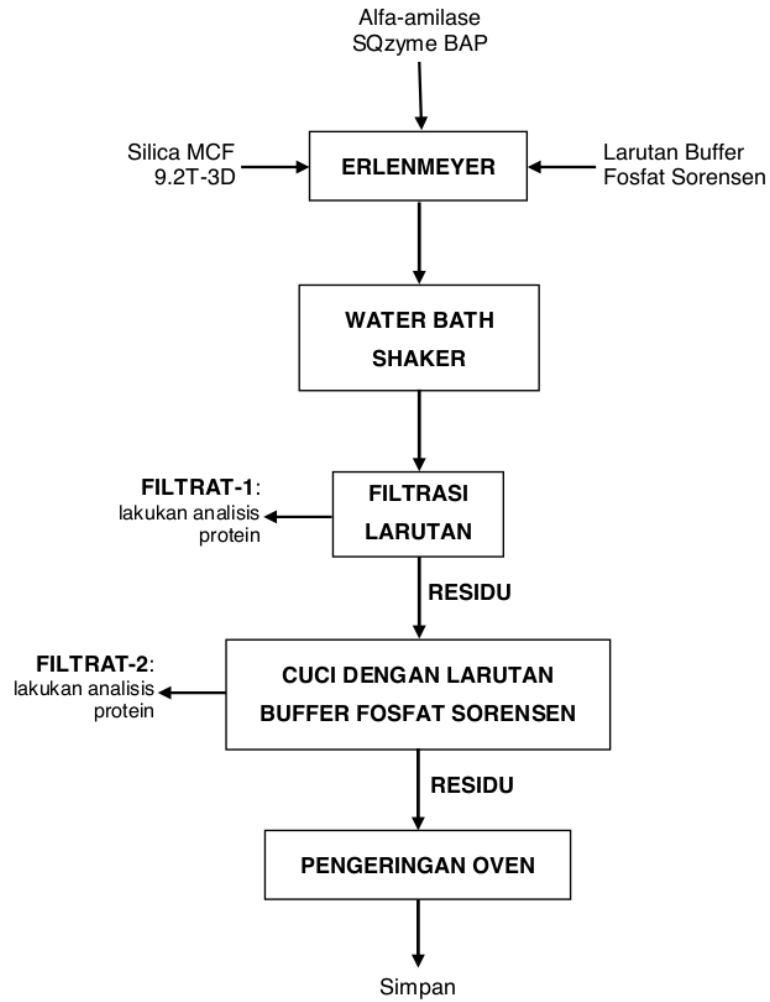
35

Abstrak**PROSES PEMBUATAN ENZIM ALFA-AMILASE TERIMOBILISASI PADA  
PENYANGGA SILIKA BUSA SELULER MESOSTRUKTUR**

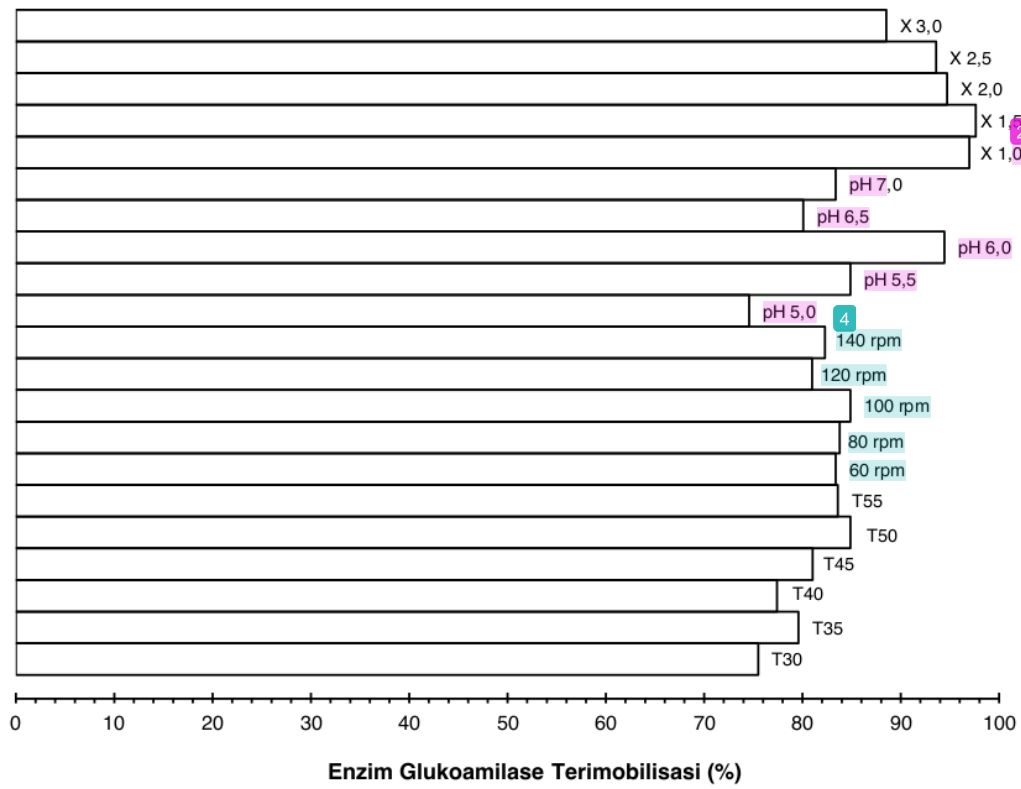
5

Invensi ini berhubungan dengan proses pembuatan enzim alfa-amilase terimobilisasi pada penyangga anorganik silika MCF-(9.2T-3D) secara *batch* terdiri atas tahap-tahap sebagai berikut: mencampurkan enzim bebas alfa-amilase SQzyme BAP dengan jumlah 1,0-3,0 mg/mL dan 500 miligram (mg) penyangga kedalam 30 mililiter (mL) larutan buffer fosfat Sorensen 100 milimolar (mM) dengan pH 5,0-7,0 pada kondisi temperatur lingkungan; menempatkan campuran tersebut dalam alat *water bath shaker* selama 5 (lima) jam pada temperatur 30-55°C dan kecepatan pengadukan 60-140 rotasi per menit (rpm); menyaring campuran yang telah diproses dengan kertas saring Whatman #40 yang telah disiapkan pada corong pemisah; mencuci residu padatan yang terdapat pada kertas saring dengan larutan buffer fosfat Sorensen 100 milimolar (mM) dengan pH 5,0-7,0 yang sesuai dengan pH larutan buffer pada proses imobilisasi sebanyak 3 (tiga) kali dengan volume masing-masing 50 mL; mengeringkan residu padatan pada oven dengan suhu 35°C <sup>1</sup>selama 12 jam; mendinginkan padatan dalam desikator selama 1 jam dan dihasilkan produk enzim glukoamilase terimobilisasi yang memiliki unit aktivitas sebesar 101 U per gram. Tujuan invensi adalah menyediakan proses pembuatan enzim alfa-amilase terimobilisasi pada penyangga silika MCF (9.2T-3D) dan untuk menyediakan produk enzim alfa-amilase terimobilisasi pada penyangga silika MCF (9.2T-3D) yang digunakan untuk proses likuifaksi zat pati.

30

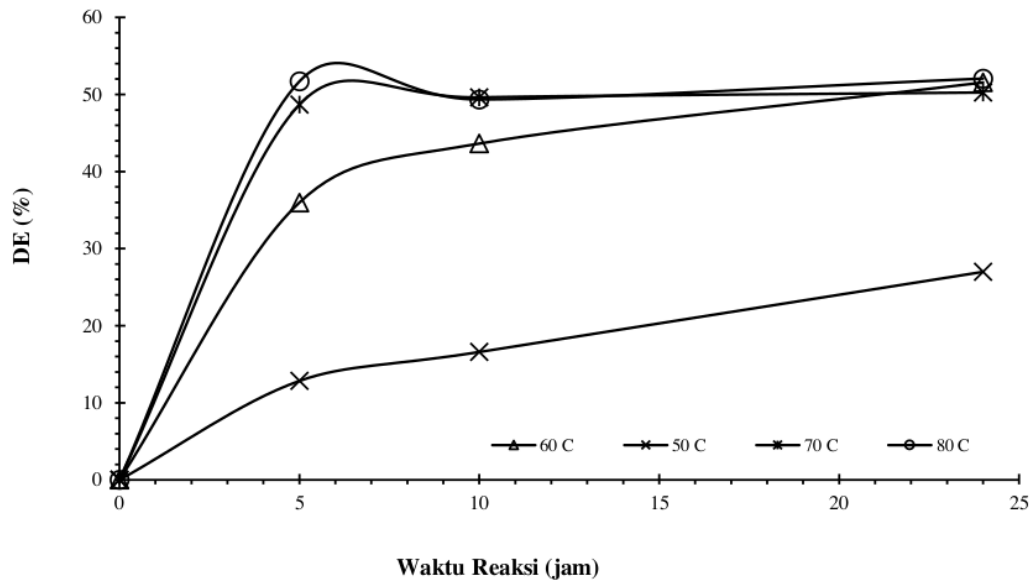


Gambar 1

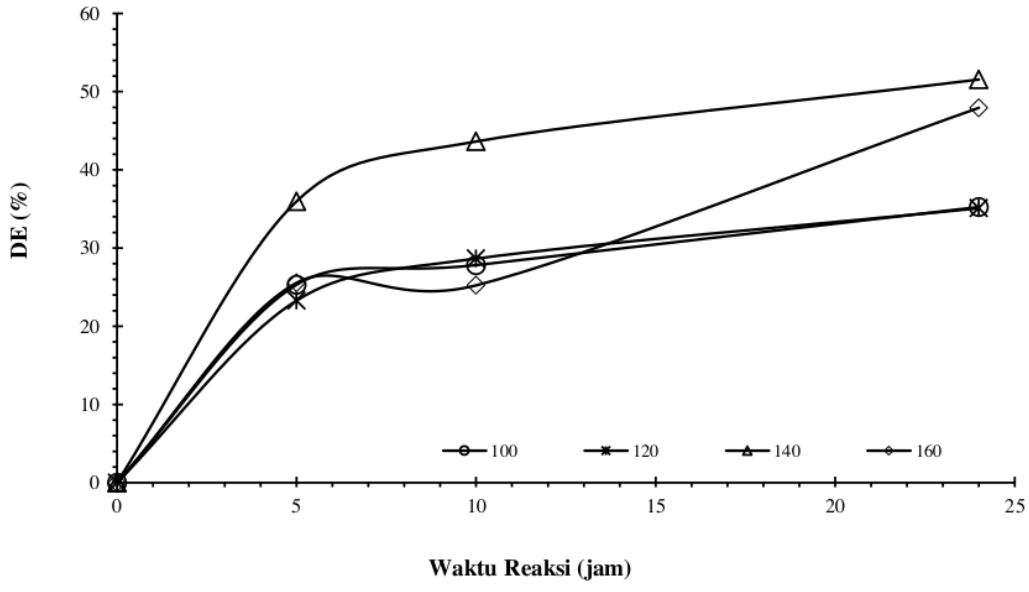


Gambar 2





Gambar 3



Gambar 4

# Proses Pembuatan Enzim Alfa-Amilase Terimobilisasi Pada Penyangga Silika Busa Seluler Mesostruktur

## ORIGINALITY REPORT

3%

SIMILARITY INDEX

2%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1	<a href="http://mazfarmlink.blogspot.com">mazfarmlink.blogspot.com</a> Internet Source	1%
2	<a href="http://watermark.silverchair.com">watermark.silverchair.com</a> Internet Source	<1%
3	<a href="http://text-id.123dok.com">text-id.123dok.com</a> Internet Source	<1%
4	"Drilling Operations and Methods", The Drilling Manual Fifth Edition, 2015. Publication	<1%
5	Anak Agung Ngurah Perwira Redi, Anak Agung Ngurah Agung Redioka. "Algoritma Simulated Annealing untuk Optimasi Rute Kendaraan dan Pemindahan Lokasi Sepeda pada Sistem Public Bike Sharing", Jurnal Sistem dan Manajemen Industri, 2019 Publication	<1%
6	<a href="http://edoc.site">edoc.site</a> Internet Source	<1%

7

es.scribd.com

Internet Source

<1%

---

8

docplayer.info

Internet Source

<1%

---

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On