

INTISARI

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) adalah tanaman dengan nilai ekonomi tinggi. Umbi porang mengandung glukomanan, suatu polisakarida dengan potensi kesehatan yang juga bahan berpotensi dalam bidang farmasi dan *fine chemicals*. Glukomanan dapat diekstraksi dari umbi porang dengan proses kering atau proses basah.

Penelitian ini mengembangkan proses pemurnian glukomanan yang dilakukan secara enzimatis pada proses basah dalam ekstraksi glukomanan dari tepung porang. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji proses pemurnian glukomanan dari umbi porang dengan mempelajari pengaruh perbandingan massa tepung – volum larutan, kecepatan pengadukan, suhu dan jumlah enzim α -amilase terhadap laju ekstraksi glukomanan dan laju hidrolisis pati porang serta nilai parameter-parameter kinetika yang diperoleh, mempelajari pengaruh suhu, jumlah enzim dan kecepatan pengadukan terhadap laju hidrolisis protein tepung porang dan nilai-nilai parameter yang diperoleh, serta mempelajari pengaruh kondisi operasi terhadap karakteristik produk glukomanan.

Penelitian terdiri atas dua tahap. Tahapan penelitian diawali dengan pencucian tepung porang menggunakan etanol 50% yang dilanjutkan dengan ekstraksi glukomanan dilakukan secara simultan dengan hidrolisis pati dalam tepung porang secara enzimatis menggunakan α amilase dari *Bacillus licheniformis* A-3403 Sigma. Pada tahap ini data yang diambil adalah konsentrasi glukomanan serta konsentrasi gula reduksi di dalam larutan pada berbagai waktu. Tahap penelitian berikutnya adalah hidrolisis protein dalam tepung porang menggunakan papain dan protease dari *Aspergillus oryzae*. Data yang diambil pada tahap ini adalah banyaknya asam amino yang dilepas pada berbagai waktu hidrolisis.

Data ekstraksi menunjukkan kesesuaian dengan pola ekstraksi pada umumnya, yaitu konsentrasi ekstrak meningkat dengan tajam pada awal waktu ekstraksi, kemudian diikuti dengan peningkatan yang lebih lambat lalu mencapai suatu nilai yang konstan. Pemodelan matematis terhadap proses ekstraksi glukomanan menggunakan model order dua semu, model transfer massa antar fasa mengontrol dan model transfer masa dengan difusi di dalam padatan.

Nilai h , C_e , dan k meningkat dengan naiknya konsentrasi enzim amilase, namun hampir sama saat suhu dinaikkan dari suhu 70°C menjadi 80°C. Nilai h dan C_e naik saat perbandingan massa tepung porang – volum larutan dinaikkan sedang nilai k tidak menunjukkan pola tertentu. Nilai h dan k naik saat kecepatan pengadukan ditingkatkan sedang nilai C_e relatif sama. Model order dua semu memberikan ralat rerata berkisar antara 2,63% sampai 9,35%. Nilai h berkisar 0,4675 - 23,8095 kg/m³.menit, nilai C_e berkisar 2,584 - 9,009 kg/m³ dan nilai k berkisar 0,0256 - 0,1107 m³/kg.menit.

Nilai koefisien transfer massa volumetris, $k_c a$, naik dengan bertambahnya perbandingan massa tepung -volum larutan, naiknya kecepatan pengadukan, bertambahnya jumlah enzim amilase dan naiknya suhu. Model transfer massa antar fasa mengontrol memberikan ralat rerata berkisar 1,14 -19,89 % dengan nilai $k_c a$ berkisar 0,00132 - 0,1383 1/menit.

Nilai D_e meningkat dengan meningkatnya kecepatan pengadukan, bertambahnya jumlah amilase serta naiknya suhu, namun relatif tetap untuk berbagai perbandingan massa tepung -volum larutan. Nilai k_c meningkat dengan meningkatnya perbandingan massa tepung -volum larutan, kecepatan pengadukan, bertambahnya jumlah amilase serta naiknya suhu. Model transfer masa dengan difusi di dalam padatan memberikan ralat rerata berkisar 2,027 - 14,61%, dengan nilai D_e berkisar antara $1,08 \times 10^{-11}$ - $2,96 \times 10^{-10}$ m²/menit dan k_c berkisar $6,34 \times 10^{-7}$ - $1,57 \times 10^{-4}$ m/menit.

Model matematis untuk peristiwa hidrolisis pati memberikan ralat berkisar 5,28 - 84,02 % dengan nilai parameter kinetika k_{cat} berkisar 35,75 - 229,87 menit⁻¹, nilai K_M berkisar $2,29 \times 10^{-2}$ - $3,72 \times 10^{-2}$ g/kg dan nilai k_d berkisar $1,14 \times 10^3$ - $7,95 \times 10^3$ kg/g.menit. Nilai k_{cat} , K_M dan k_d dipengaruhi oleh suhu, sedangkan nilai k_{cat} , K_M dan k_d tidak berkorelasi dengan kecepatan putar pengaduk, konsentrasi awal pati dan konsentrasi enzim.

Model matematis untuk proses hidrolisis protein tepung porang dengan menggunakan papain memberikan ralat rerata berkisar antara 3,23 % sampai 18,98 %. Evaluasi terhadap nilai-nilai parameter sebagai fungsi suhu menghasilkan nilai energi aktivasi hidrolisis sebesar 138,24 J/mol dengan faktor tumbukan 48,7 serta energi aktivasi inaktivasi enzim sebesar 188,28 J/mol dengan faktor tumbukan sebesar 47,49. Nilai konstanta laju hidrolisis oleh papain sebesar 24,7 g/g.menit dan konstanta inaktivasi enzim sebesar 6291 g/g.menit.

Model matematis untuk proses hidrolisis protein tepung porang dengan menggunakan protease memberikan ralat rerata berkisar antara 3,12 % sampai 8,62% . Diperoleh nilai energi aktivasi hidrolisis oleh protease *A. oryzae* sebesar 215,36 J/mol dengan faktor tumbukan 79,03 energi aktivasi inaktivasi enzim sebesar 198,65 J/mol dengan faktor tumbukan sebesar 77,14. Nilai konstanta laju hidrolisis 8×10^{-5} g/U.menit dan konstanta inaktivasi enzim sebesar 0,006 g/U.menit.

Dari proses pemurnian yang telah dilakukan, diperoleh hasil yang relatif baik adalah proses ekstraksi dengan perbandingan massa tepung porang – volum larutan 10,7 g/L, kecepatan putar pengaduk 400 rpm, jumlah amilase 10.000 U dan pada suhu pada suhu 70°C tanpa dengan dilanjutkan hidrolisis protein. Glukomanan yang dihasilkan memiliki kandungan glukomanan 93,25%, kadar pati 0,263 %, kadar protein 1,088% dengan viskositas sol 1% glukomanan sebesar 16.080 cP.

ABSTRACT

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) is local plant which has a high economic value. Its corm contains glucomannan, a potential health polysaccharide and also a potential materials in pharmaceuticals and fine chemicals. Either dry or wet processing methods were used today to extract glucomannan from *Amorphophallus sp.* corms

This study developed a wet purification process on the extraction of glucomannan from porang flour. The process was performed enzymatically using α -amylase and proteases. The objective of the research was focusing on the purification of glucomannan from porang flour by studying the influence of mass –volume ratio, stirring speed, temperature and the amount of enzyme on the rate of glucomannan extraction, rate of the porang starch hydrolysis and its mathematical model constants, studying the influence of temperature, amount of enzyme and stirring speed on the rate of protein porang hydrolysis and its mathematical model constants, and studying the influence of operation condition on the characteristic of glucomannan.

The research were conducted in two stages. The work started with washing porang flour with 50% ethanol followed by glucomannan extraction which was carried out simultaneously with the enzymatic hydrolysis of starch using α -amylase from *Bacillus licheniformis* A-3403 Sigma. The kinetics of the extraction and the hydrolysis were studied. The data taken from this stage were the concentration of glucomannan and concentration of reducing sugar in solution at various times. The next research stage was hydrolysis of proteins in porang flour using papain and protease from *Aspergillus oryzae*. Data taken at this stage was the number of amino acid released at various times of hydrolysis.

The extraction data demonstrate conformity to the pattern of extraction in general, that is the concentration of the extract increase sharply at the beginning of the extraction time follow by a slower increase and then reach a constant value. Mathematical model of the glucomannan extraction process include pseudo-second order model, mass transfer between phases controlled model and mass transfer with diffusion in solids model.

The value of h , C_e , and k increase with increasing of the amount of α -amylase, but is almost the same at 70°C and 80°C. The value of h and C_e increase as the mass –volume ratio increase. The value of h and k increases as the stirring speed increase nevertheless the value of C_e almost constant. The pseudo- second order model provide average of error ranging from 2.63 to 9.35%. The value of h ranged from 0.4675 to 23.8095 kg/m³.min, the value of C_e ranged from 2.584 to 9.009 kg/m³ and the value of k ranging from 0.0256 to 0.1107 m³/kg.min.

The value of volumetric mass transfer, $k_c.a$, increase with the insreasing of mass –volume ratio, stirring speed, amount of α -amylase and temperature. The mass transfer between phases controlled model provide average of error ranging from 3.11 to 19.89% with values of volumetric mass transfer coefficient ranged from 0.00132 min⁻¹ to 0.1383 min⁻¹.

The value of D_e increase with increasing of stirring speed, amount of α -amylase, and temperature but almost constants for increasing of mass –volume ratio. The mass transfer with diffusion in solids model give average error ranging from 2.027% to 14.61% . The value of the effective diffusivity (D_e) ranged from $1,08.10^{-11}$ to $2.96.10^{-10}$ m^2/min and the value of mass transfer coefficient , k_c , ranged from $6.34.10^{-7}$ to $1.57.10^{-4}$ m/min .

The mathematical model for starch hydrolysis give average error ranging from 5.28 to 84.02% . The values of kinetic parameters k_{cat} ranged from 35.75 to 229.87 min^{-1} , the value of K_M ranged from 2.29×10^{-2} to 3.72×10^{-2} g / kg and k_d values ranged from 1.14×10^3 to 7.95×10^3 $kg/g.min$.

Average error ranged from 3.22 to 18.98% was obtained for the process of protein hydrolysis using papain. Evaluation of the parameters as function of temperature resulted in the value of the activation energy of hydrolysis of 138.24 kJ/mol with the value of collisions factor of 48.7. The activation energy of enzyme inactivation is 188.28 J/mol with the value of collision factor is 118.28. The value of hydrolysis rate constant by papain is $24.7 \text{ g.g}^{-1}.menit^{-1}$ and the enzyme inactivation constant is $6291 \text{ g.g}^{-1}.min^{-1}$.

Average error ranged from 3.1223% to 8.6212% was obtained for mathematical model on the process of hydrolysis of protein porang flour using protease *A. oryzae*. Activation energy for hydrolysis of protein using protease *A. oryzae* is 215.36 J / mol with collision factor inactivation 79.03. The activation energy of enzyme inactivation is 198.65 J / mol with value of collision factor is 77,14. The value of hydrolysis rate constant is $8.10^{-5} \text{ g/U.min}$ and the enzyme inactivation constant is $0.006 \text{ g.U}^{-1}.min^{-1}$.

A relatively good process for the purification of glucomannan is with the mass –volume ratio of 10.7 g/L, stirring speed of 400 rpm, concentration of enzyme 0.00303 g/kg and at temperature of 70°C, which was conducted without protein hydrolysis. This process produce glucomannan with the purity of 93.25%, 0.172% starch content, 1.088% protein content and viscosity of 1% concentration glucomannan sol was 14,460 cP.