

UJI AKTIVITAS ENZIM SELULOLITIK DARI BEKICOT (*Achatina fulica*) PADA BEBERAPA SUBSTRAT LIMBAH PERTANIAN

TEST CELLULOLITIC ENZYME ACTIVITIES OF SNAIL (*Achatina fulica*) IN SOME AGRICULTURAL WASTE SUBSTRATES

Muhammad Akbar Hasibuan¹, Fajar Restuhadi², Evy Rossi²,
Program Studi Teknologi Hasil Petanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas
Pertanian, Universitas Riau, Kode Pos 28293, Indonesia
akbarhasibuan72@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this study to determine interaction of some agricultural waste substrate with incubation time using crude extract of cellulolytic enzyme extracted from snail (*Achatina fulica*). This study used a randomized block design (RAK) in factorial pattern with two factors. The first factor was the time (W) incubation with four levels. The second factor was the type of substrate, namely agricultural wastes (L) which comprises four types. From both these factors retrieved 16 treatment and each treatment was repeated three times, so the retrieved data 48 units of the experiment. Data were analyzed statistically using ANOVA (Analysis of Variance). If F counted was greater or equal than to F table then the analysis continued by Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) at 5% level. The results of the protein crude extract of cellulolytic enzyme 1.712 mg/ml enzyme. The results of the highest glucose levels on a banana peel waste substrate interaction with the incubation time 180 minutes is 457.00 mg/100 ml. The highest enzyme activity result in the interaction of banana peels waste substrate with incubation time 180 minutes is 0.45 U/ml.

Keywords: Cellulolytic enzyme crude extract of snail (*Achatina fulica*), agricultural waste substrate, and incubation time.

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara agraris berpotensi untuk pengembangan berbagai komoditas pertanian seperti tanaman pangan, perkebunan dan kehutanan. Upaya mengembangkan komoditas tersebut tidak hanya dengan mengelola produk pertanian, namun limbah dan hama pertanian juga dapat diolah. Pengelolaan terhadap limbah dan hama pertanian perlu dilakukan dengan tepat, baik dengan teknologi

sederhana maupun melalui bioteknologi sehingga tidak berdampak negatif terhadap lingkungan misalnya dengan memanfaatkan limbah dan hama tersebut menjadi kompos, pakan ternak dan berbagai bahan kimia yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai proses industri.

Selulosa merupakan penyusun utama limbah pertanian dan di alam senyawa tersebut dapat dihancurkan oleh mikroorganisme

1. Mahasiswa Teknologi Pertanian

2. Dosen Mahasiswa Teknologi Pertanian

yang tumbuh pada selulosa meskipun proses tersebut berlangsung agak lambat karena kompleksnya struktur substrat. Ikatan β -1,4-glukosida pada serat selulosa dapat dipecah menjadi monomer glukosa oleh kompleks enzim selulase yaitu suatu enzim yang terdiri atas tiga tipe enzim utama yaitu ((endo-1,4- β -glukanase (EC 3, 2, 1, 4), ekso-1,4- β -glukanase (3, 2, 1, 91) atau disebut juga selobiohidrolase dan β -D-glukosidase (EC 3, 2, 1, 21)) ketiga enzim tersebut mendegradasikan selulosa dan melepaskan gula reduksi (selobiase dan glukosa) sebagai produk akhirnya (Tabatabai, 2004). Penggunaan enzim untuk menghidrolisis selulosa ini memiliki keuntungan dibandingkan penggunaan bahan kimia karena dapat menghindari masalah polusi lingkungan serta sedikit membentuk hasil sampingan.

Enzim dari bekicot diperoleh dari hasil isolasi pada hepatopankreas bekicot, karena bekicot memakan tanaman yang mengandung selulosa serta diproduksi oleh mikrob selulolitik yang sebagian besar disimpan dalam hepatopankreas. Menurut (Alam *et al.*, 2004) mikroorganisme selulolitik dari kelompok bakteri memiliki tingkat pertumbuhan yang cepat sehingga waktu yang dibutuhkan untuk produksi enzim menjadi lebih pendek. Enzim selulolitik dari hepatopankreas bekicot begitu awet karena dapat disimpan dalam waktu 4 bulan dengan suhu -15°C (Soedigdo *et al.*, 1965 dalam Masfufatun, 2009).

Limbah padat dari pertanian yang mengandung selulosa yang tinggi dapat dihidrolisis menjadi gula-gula sederhana dengan menggunakan proses katalis asam,

enzim dan mikroba selulolitik. Produksi pertanian Indonesia yang meningkat setiap tahunnya menyebabkan meningkatnya pula limbah yang dihasilkan selama pemanenan dan proses pengolahannya. Limbah padat dari kegiatan pertanian seperti kulit pisang, tongkol jagung dan ampas tebu tersusun oleh lignoselulosa. Lignoselulosa memiliki komposisi selulosa 45% dari berat kering bahan. Sedangkan hemiselulosa menempati 25-30% dan sisanya adalah lignin (Kazebara, 2012).

Hingga saat ini bekicot (*Achatina fulica*) sebagai hama sedangkan kulit pisang, tongkol jagung dan ampas tebu sebagai limbah pertanian belum dimanfaatkan secara optimal. Untuk menjawab permasalahan ini dipandang perlu melakukan pengkajian terhadap uji aktivitas enzim selulolitik dari bekicot (*Achatina fulica*) pada CMC sebagai kontrol dan beberapa substrat limbah pertanian, diharapkan dari penelitian ini dapat diketahui peran nyata ekstrak kasar enzim selulolitik dalam menghidrolisis limbah pertanian dan CMC tersebut menjadi gula-gula sederhana.

Berdasarkan latar belakang tersebut telah dilakukan penelitian mengenai “**Uji Aktivitas Enzim Selulolitik dari Bekicot (*Achatina fulica*) pada Beberapa Substrat Limbah Pertanian**”.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui interaksi beberapa substrat limbah pertanian dengan waktu inkubasi menggunakan ekstrak kasar enzim selulolitik dari bekicot (*Achatina fulica*).

BAHAN DAN ALAT

Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian dan Analisis Hasil Pertanian Fakultas Pertanian. Waktu penelitian berlangsung selama 6 bulan, yaitu dari bulan Desember 2015 sampai Mei 2016.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Bekicot, kulit pisang, ampas tebu, tongkol jagung, CMC 2% serta bahan kimia lain seperti NaCl 5% pH=7, reagen *Luff Schrool*, reagen *Dinitrosalicylic Acid* (DNS), glukosa standar 0,1 g, H₂SO₄, CU kompleks, indikator pp, NaOH 40%, H₃PO₄ 2% HCl 0,1992N, KI 10%, H₂SO₄ 25%, Na₂S₂O₃ 0,1N, indikator amilum, buffer asetat, akuades dan es batu.

Alat yang digunakan adalah *beaker glass*, spektrofotometer, *water bath shaker*, buret, erlenmeyer, *magnetic stirrer*, sentrifugasi, penangas air, timbangan analitik, spatula, blender, kuvet, gelas ukur, tabung reaksi, rak tabung reaksi, corong, pipet tetes, kertas saring, aluminium foil, pisau, gunting, mangkuk, termos dan masker.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode percobaan (*Experimental Method*) dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah variasi waktu (W) inkubasi yang terdiri dari empat taraf, yaitu :

- W1 : Waktu inkubasi 0 menit
- W2 : Waktu inkubasi 60 menit
- W3 : Waktu inkubasi 120 menit
- W4 : Waktu inkubasi 180 menit

Faktor kedua adalah substrat dengan beberapa jenis limbah pertanian (L) yang terdiri empat jenis, yaitu :

- L1 : Kontrol/ CMC
- L2 : Limbah ampas tebu
- L3 : Limbah tongkol jagung
- L4 : Limbah kulit pisang

Dari kedua faktor tersebut diperoleh 16 perlakuan dan setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga diperoleh data 48 unit percobaan. Model matematis yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + K_k + AB_{ijk} + \epsilon_{ijk}$$

$i : 1, 2, \dots, a, j : 1, 2, \dots, b$ dan
 $k : 1, 2, 3, \dots, u$

Keterangan :

- Y_{ijk} : Pengamatan faktor A taraf ke i, faktor B taraf ke-j dan kelompok ke-k
- μ : Rataan umum
- A_i : Pengaruh faktor ke A pada taraf ke-i
- B_j : Pengaruh faktor B pada taraf ke-j
- K_k : Pengaruh kelompok ke-k
- AB_{ij} : Interaksi antara faktor A dengan faktor B
- ε_{ijk} : pengaruh galat pada faktor A taraf ke-i, faktor B taraf ke-j dan kelompok ke-k

Pelaksanaan Penelitian

Tahap pelaksanaan dalam penelitian ini adalah Isolasi Ekstrak Kasar Enzim Selulolitik Dari Hepatopankreas Bekicot, Menentukan Waktu Optimum pada Proses Karakterisasi Isolasi Ekstrak Kasar Enzim dari Bekicot dengan Beberapa substrat

Pengamatan

Parameter yang diamati adalah Kadar protein, kadar glukosa dan

Aktivitas enzim.

Analisis data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan akan dianalisis secara statistik dengan menggunakan uji *Analysis of Variance* (ANOVA). Jika F hitung $>$ F tabel maka dilanjutkan dengan Uji *Duncan New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Protein Enzim Selulolitik

Enzim selulolitik diisolasi dari hepatopankreas bekicot (*Achatina fulica*) dengan menggunakan metode destruksi dan sentrifugasi. Supernatan yang dihasilkan dari bekicot (*Achatina fulica*) merupakan ekstrak kasar enzim selulolitik yang berwarna coklat muda. Hepatopankreas 35 g diperoleh dari 30 ekor bekicot dengan campuran 500 ml NaCl 5% kemudian ekstrak kasar enzim selulolitik diambil sebanyak 450 ml. Selanjutnya ekstrak kasar tersebut diuji kadar proteinnya dengan menggunakan metode proksimat.

Perhitungan pada saat analisis tersebut, diperoleh kandungan protein dalam ekstrak kasar enzim selulolitik sebesar 1,712 mg/ml. Hasil analisis kandungan ini relatif sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Masfufatun (2009), yaitu sebesar 1,72 mg/ml ekstrak kasar enzim selulolitik. Hal ini disebabkan karena penelitian yang dilakukan Masfufatun (2009), jumlah bahan yang digunakan dan campurannya, sama dengan yang dilakukan pada penelitian ini. Tetapi kandungan protein penelitian ini jauh lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Saryono (1991) yaitu sebesar

4,4 mg/ml ekstrak kasar enzim selulolitik. Hal ini disebabkan karena enzim yang dihasilkan pada penelitian ini terlalu encer dan tidak dilakukan proses pemekatan sebagaimana yang telah dilakukan oleh Saryono (1991).

Hasil kadar protein dari ekstrak kasar bekicot (*Achatina fulica*) dikarakterisasi dengan perlakuan waktu inkubasi yang berbeda yaitu 0, 60, 120 dan 180 menit dengan beberapa limbah substrat pertanian yaitu ampas tebu, kulit pisang, tongkol jagung (masing-masing telah dihaluskan) dan CMC sebagai kontrol. Karakterisasi dilakukan dengan proses inkubasi pada *water bath shaker* dengan suhu 50°C. Hal ini diperkuat dengan pernyataan Masfufatun (2009) yang mana proses isolasi dan karakterisasi untuk mendapatkan ekstrak kasar enzim selulolitik dari bekicot dipengaruhi suhu, pH dan konsentrasi substrat. Karakterisasi yang dilakukan terhadap perlakuan kemudian dianalisis kadar protein pada ekstrak kasar enzim selulolitik, hasil hidrolisis selulosa menjadi glukosa oleh ekstrak kasar enzim selulolitik dan aktivitas ekstrak kasar enzim selulolitik.

Kadar Glukosa

Berdasarkan Tabel 1 interaksi antara substrat limbah pertanian dengan waktu inkubasi yang berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap hasil hidrolisis selulosa menjadi glukosa.

Tabel 1. Hasil Kadar Glukosa

Waktu (menit)	Limbah pertanian mg/100 ml				Rata-rata
	CMC (L1)	Ampas tebu (L2)	Tongkol jagung (L3)	Kulit pisang (L4)	
0 (W1)	0,00 ^o	2,40 ⁿ	3,76 ^m	6,66 ^l	3,20
60 (W2)	108,16 ^k	108,64 ^{kk}	328,23 ^f	386,33 ^d	232,84
120 (W3)	147,90 ^j	159,84 ⁱ	378,56 ^e	423,00 ^b	277,32
180 (W4)	175,90 ^h	204,68 ^g	414,90 ^c	457,00 ^a	313,12
Rata-rata	107,99	118,89	281,36	318,25	

Keterangan : Angka-angka pada kolom atau baris yang diikuti huruf kecil yang berbeda menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$)

Hidrolisis selulosa menjadi glukosa pada substrat kulit pisang dengan waktu inkubasi 180 menit diperoleh hasil tertinggi yaitu 457,00 mg/100 ml. Hal ini disebabkan pada kulit pisang memiliki kandungan gula reduksi lebih tinggi 7,62% (Munadjim, 1998) dan kandungan lignin lebih rendah 7,04% (Pratiwi, 2006) dibandingkan dengan tongkol jagung kandungan gula reduksi 4% (Mutreja *et.al.*, 2011), lignin 13,74% (Pratiwi, 2006), ampas tebu kandungan gula reduksi 2,8% (Azizah *et.al.*, 2013), lignin 17,50% (Husin, 2007), dan CMC tidak memiliki kandungan gula reduksi dan lignin. Dengan waktu inkubasi yang semakin bertambah maka mempengaruhi hasil kerja enzim untuk menghidrolisis selulosa menjadi glukosa lebih tinggi, sehingga kadar glukosa pada kulit pisang dengan waktu inkubasi 180 menit lebih tinggi dibandingkan dengan sampel lainnya. Kandungan lignin yang rendah akan mempengaruhi aktivitas enzim selulolitik untuk menghidrolisis selulosa menjadi glukosa, sesuai dengan pendapat Maranatha (2008) kandungan lignin yang tinggi akan menghambat aktivitas enzim selulolitik pada substrat, yang mana lignin akan membungkus dan

mengikat selulosa secara fisik sehingga menghalangi enzim selulolitik bekerja secara maksimal pada substrat yang mengakibatkan hasil glukosa berkurang.

Menurut Supranto (1998), waktu hidrolisis yang semakin lama akan memperbanyak jumlah tumbukan zat-zat pereaksi yang menimbulkan terbentuknya molekul-molekul yang menghasilkan rasio bahan yang semakin besar. Hal ini berdampak pada meningkatnya konsentrasi glukosa yang telah dihidrolisis dari selulosa. Oleh karena itu, hasil hidrolisis selulosa menjadi glukosa terus bertambah seiring dengan waktu inkubasi yang semakin lama.

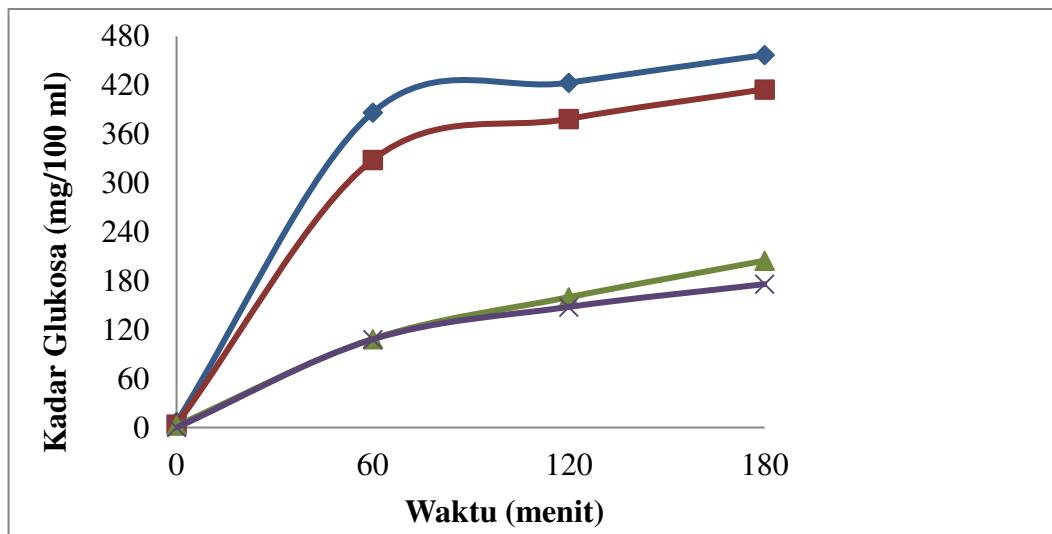
Ekstrak kasar enzim selulolitik dari hepatopankreas bekicot (*Achatina fulica*) mengandung α -amilase dan β -selulase, yang mana α -amilase akan menghidrolisis kandungan amilum pada substrat menjadi glukosa dan β -selulase menghidrolisis selulosa menjadi glukosa. Sudarmadjo (2009) menyatakan α -amilase menghidrolisis amilum menjadi glukosa dan β -selulase yang menghidrolisis selulosa menjadi glukosa. Sesuai dengan ikatan β -1,4-glukosida pada serat selulosa dapat dipecah menjadi monomer glukosa

oleh kompleks enzim selulase yaitu suatu enzim yang terdiri atas tiga tipe enzim utama yaitu ((endo-1,4- β -glukanase (EC 3, 2, 1, 4), ekso-1,4- β -glukanase (3, 2, 1, 91) atau disebut juga selobiohidrolase dan β -D-glukosidase (EC 3, 2, 1, 21)), ketiga enzim tersebut mendegradasikan selulosa dan melepaskan gula reduksi (selobiase dan glukosa) sebagai produk akhirnya (Tabatabai, 2004).

Kemampuan ekstrak kasar enzim selulolitik menghidrolisis selulosa menjadi glukosa yang terendah dapat dilihat pada CMC dengan waktu inkubasi 0 menit yaitu 0,00 mg/100 ml. Hal tersebut dikarenakan CMC tidak memiliki kandungan gula reduksi dan hanya tersusun oleh selulosa murni, yang mana dengan waktu inkubasi 0 menit enzim selulolitik belum melakukan proses hidrolisis terhadap selulosa. Diperkuat oleh Supranto (1998) pada waktu inkubasi 0 menit, proses inkubasi pada sampel CMC dan

substrat limbah pertanian belum terlaksana, sehingga zat molekul molekul belum terbentuk dan menyebabkan terhambatnya proses hidrolisis selulosa yang dilakukan. Kadar glukosa yang diperoleh dari substrat limbah pertanian dengan waktu 0 menit diperoleh dari kandungan gula reduksi yang terdapat pada substrat limbah pertanian tersebut.

Gambar 1 menunjukkan hasil hidrolisis selulosa menjadi glukosa oleh ekstrak kasar enzim selulolitik pada substrat kulit pisang lebih tinggi, diikuti dengan tongkol jagung, ampas tebu dan CMC. Hal tersebut dikarenakan faktor utama yang mempengaruhi antara lain, jenis limbah pertanian yang digunakan dan waktu inkubasi. Semakin tinggi kandungan lignin substrat dan semakin singkat waktu fermentasi maka kadar glukosa semakin rendah atau sebaliknya.



Gambar 1. Grafik Hasil Hidrolisis Selulosa Menjadi Glukosa Oleh Ekstrak Kasar Enzim Selulolitik dari Hepatopankreas Bekicot (*Achatina fulica*)

Menurut Dewati (2008) kadar glukosa pada substrat limbah pertanian dipengaruhi oleh

kandungan karbohidrat dan lignoselulosa yang terdapat pada sampel. Hal tersebut berpengaruh

pada kadar glukosa yang dihasilkan semakin tinggi atau semakin rendah. Dengan kandungan karbohidrat yang tinggi maka akan diperoleh kadar glukosa yang tinggi atau sebaliknya. Lignoselulosa memiliki penyusun utama hemiselulosa dan selulosa yang diselubungi lignin, apabila kandungan lignin yang menyelubungi hemiselulosa dan selulosa tinggi maka kadar glukosa akan rendah atau sebaliknya, disebabkan lignin memiliki struktur yang sangat rapat sehingga enzim sulit untuk memecah hemiselulosa dan selulosa menjadi glukosa. Sesuai dengan pendapat Anindyawati (2009) kandungan lignoselulosa merupakan penyusun utama dari hemiselulosa dan selulosa yang diselubungi oleh lignin. Pada lignin memiliki struktur yang sangat rapat dan kuat sehingga menyulitkan enzim pemecah hemiselulosa dan selulosa untuk bisa masuk ke dalam dan bekerja memecah hemiselulosa dan selulosa menjadi gula sederhana. Waktu inkubasi yang dilakukan berpengaruh terhadap hasil hidrolisis

selulosa menjadi glukosa yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh kesempatan zat reaktan untuk saling bertumbukan, bereaksi semakin besar serta konversi yang dihasilkan semakin tinggi.

Menurut Ambriyanto (2010) glukosa dan sellobiosa merupakan inhibitor enzim dalam hidrolisis selulosa. Sellobiosa menghambat enzim sellobioidrolase pada kompleks enzim selulase dan glukosa menghambat enzim penghidrolisis sellobiosa. Sellobiosa mempunyai potensi menjadi inhibitor yang lebih kuat dibandingkan dengan glukosa pada mekanisme hidrolisis selulosa. Tahapan hidrolisis selulosa tergantung pada struktur selulosa, enzim selulase dan interaksi serat selulosa dan waktu inkubasi.

Aktivitas Enzim

Berdasarkan Tabel 2 interaksi antara substrat limbah pertanian dengan waktu inkubasi, berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap aktivitas enzim.

Tabel 2. Hasil Aktivitas Enzim

Waktu (menit)	Limbah pertanian mg/100 ml				Rata-rata
	CMC (L1)	Ampas tebu (L2)	Tongkol jagung (L3)	Kulit pisang (L4)	
0 (W1)	0,00 ^k	0,00 ^{kk}	0,00 ^{kk}	0,00 ^{kk}	0,00
60 (W2)	0,16 ^j	0,21 ^h	0,27 ^f	0,36 ^{cc}	0,25
120 (W3)	0,19 ⁱ	0,25 ^g	0,31 ^d	0,39 ^b	0,29
180 (W4)	0,22 ^{hh}	0,29 ^e	0,35 ^c	0,45 ^a	0,33
Rata-rata	0,14	0,20	0,23	0,30	

Keterangan : Angka-angka pada kolom atau baris yang diikuti dengan huruf kecil yang berbeda menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$)

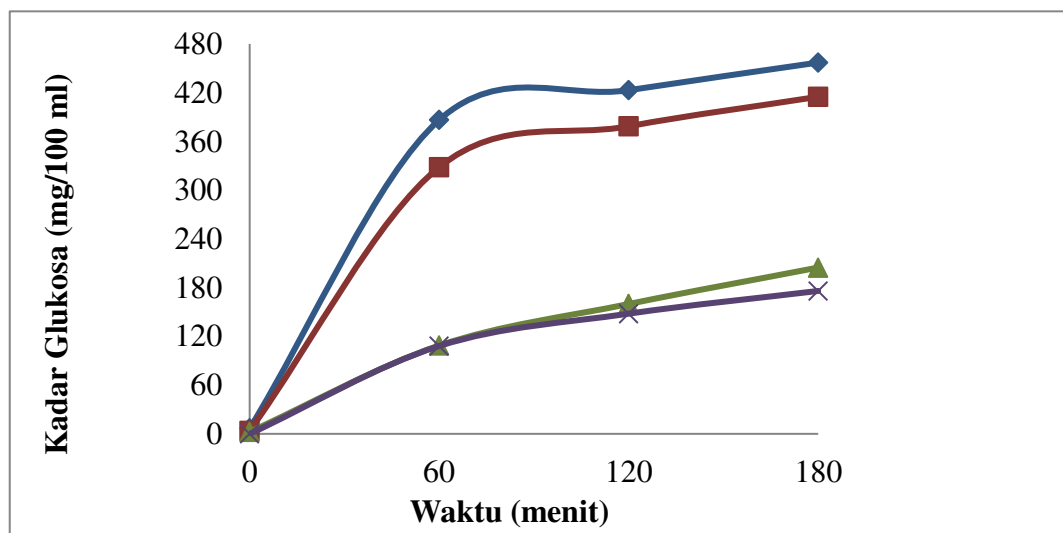
Aktivitas enzim tertinggi dapat dilihat pada perlakuan kulit pisang dengan waktu inkubasi 180 menit yaitu 0,45 U/ml. Pada kulit pisang memiliki kandungan lignin dan 7,04% (Robertson, 1993) lebih

rendah dibandingkan pada sampel limbah tongkol jagung 13,74% (Pratiwi, 2006), ampas tebu 17,50% (Husin, 2007), dan CMC. Rendahnya kandungan lignin pada kulit pisang dibandingkan dengan sampel lainnya

mempengaruhi aktivitas enzim selulolitik untuk memecah selulosa menjadi glukosa, karena lignin berikatan dengan selulosa dan hemiselulosa yang mengakibatkan sulitnya enzim merombak selulosa menjadi glukosa, sehingga aktivitas enzim pada kulit pisang dengan waktu inkubasi 180 menit lebih tinggi dibandingkan sampel lainnya. Hal tersebut diperkuat oleh Maranatha (2008) bahwa aktivitas enzim dipengaruhi oleh kadar lignin, dikarenakan kadar lignin yang tinggi dapat membungkus dan mengikat selulosa secara fisik, sehingga menghalangi enzim selulolitik bekerja maksimal pada substrat. Dengan waktu yang semakin lama mempengaruhi kerja aktivitas enzim semakin tinggi untuk menghidrolisis selulosa menjadi glukosa. Waktu yang semakin lama akan memperbanyak jumlah tumbukan zat-zat pereaksi yang menimbulkan terbentuknya molekul-molekul yang menimbulkan rasio bahan semakin

besar.

Aktivitas enzim yang rendah pada CMC, ampas tebu, tongkol jagung dan kulit pisang dengan waktu inkubasi 0 menit yaitu 0,00 U/ml. Aktivitas enzim pada sampel tidak diperoleh karena enzim tidak bekerja pada waktu 0 menit. Sementara dengan waktu inkubasi 0 menit menunjukkan proses hidrolisis terhadap sampel CMC dan substrat limbah pertanian tidak bekerja, sehingga nilai aktivitas enzim dengan waktu inkubasi 0 menit tidak diperoleh, dibandingkan dengan waktu inkubasi 60, 120, dan 180 menit. Menurut Poedjiadi (2006), pada waktu inkubasi 0 menit, tumbukan partikel baru dimulai sehingga frekuensi tumbukan masih belum bekerja namun seiring bertambahnya waktu tumbukan akan semakin kuat karena adanya gerakan zig-zag atau terjadi gerak *brown* pada partikel. Semakin besar frekuensi tumbukan yang terjadi memperbesar laju reaksi enzim.



Gambar 6. Grafik aktivitas ekstrak kasar enzim selulolitik terhadap substrat limbah pertanian

Gambar 2 menunjukkan interaksi antara limbah pertanian

dengan waktu inkubasi yang berbeda, aktivitas enzim pada substrat kulit pisang lebih tinggi

dibandingkan dengan substrat tongkol jagung, ampas tebu dan CMC. Hal tersebut dikarenakan aktivitas enzim dipengaruhi oleh jumlah selulosa pada bahan dan kandungan lignin yang sedikit dengan waktu inkubasi yang semakin bertambah. Jumlah selulosa substrat yang semakin besar dengan kandungan lignin yang sedikit, serta waktu inkubasi yang semakin lama maka akan diperoleh aktivitas enzim yang semakin besar begitu juga sebaliknya. Kandungan lignin yang semakin besar akan menghambat kinerja aktivitas enzim untuk memecah selulosa, yang mana lignin akan membungkus dan mengikat selulosa secara fisik sehingga menghalangi enzim bekerja maksimal. Sementara dengan waktu inkubasi yang semakin lama, maka akan mempengaruhi kerja aktivitas enzim semakin tinggi untuk memecah selulosa menjadi glukosa. Karena dengan waktu yang semakin lama akan memperbanyak jumlah tumbukan zat-zat pereaksi yang menimbulkan terbentuknya molekul-molekul, yang menghasilkan rasio bahan yang semakin besar.

Enzim sebagai biokatalisator memiliki sifat-sifat tertentu selain sifat alamiah protein yang menyusun enzim, seperti kondisi yang sangat dipengaruhi oleh suhu, pH, pelarut, faktor-faktor lingkungan, dan konsentrasi substrat. Pengaruh suhu pada reaksi enzimatik merupakan fenomena yang kompleks. Reaksi enzim yang umumnya terdiri dari beberapa tahapan reaksi mengakibatkan respon enzim terhadap suhu dan konsentrasi substrat pada tiap tahapan reaksi menjadi berbeda (Suhartono, 1998). Hal tersebut menunjukkan suhu dan konsentrasi substrat mempengaruhi

aktivitas enzim naik atau turun. Menurut Poejiadi *et al.*, (2009), enzim dapat mempercepat reaksi 10^8 sampai 10^{11} kali lebih cepat dari pada tanpa enzim. Enzim dapat bekerja maksimal pada pH tertentu menurut Masfufatun (2009), ekstrak kasar enzim selulolitik bekerja maksimal pada pH 5 karena dengan pH tersebut aktivitas enzim untuk menghidrolisis selulosa semakin tinggi. Selain itu, enzim juga memiliki sifat yaitu bekerja secara spesifik terhadap suatu substrat tertentu. Hal ini menunjukkan substrat yang digunakan mempengaruhi reaksi kerja enzim.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa kadar protein ekstrak kasar enzim selulolitik dari bekicot (*Achatina fulica*) diperoleh 1,712 mg/ml enzim. Hasil interaksi substrat kulit pisang dengan waktu inkubasi 180 menit berpengaruh nyata terhadap kadar glukosa, dengan hasil tertinggi yaitu 457,00 mg/100 ml. Hasil interaksi substrat kulit pisang dengan waktu inkubasi 180 menit berpengaruh nyata terhadap aktivitas enzim, dengan hasil tertinggi yaitu 0,45 U/ml.

Saran

Untuk meningkatkan kadar protein ekstrak kasar enzim selulolitik dari bekicot (*Achatina fulica*) maka perlu dilakukan tahapan pemurnian.

DAFTAR PUSTAKA

Ambriyanto, K.S. 2010. **Isolasi dan karakteristik bakteri aerob pendegradasi selulosa dari serasah daun rumput gajah**

- (*Pennisetum purpureum schuum*). Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Anindyawati, T. 2009. **Prospek enzim dan limbah lignoselulosa untuk produksi bioetanol**. Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bandung.
- Alam, M.Z., M.A. Manchur dan M.N. Anwar. 2004. **Isolation, purification, characterization of cellulolytic enzymes produced by the isolate *Streptomyces omiyaensis***. Pakist J Biol Sci, volume 7 (10) : 1647-1653.
- Azizah, A. K., S. M. Hikmatush, Arief, dan Mulyanto. 2013. **Penggunaan pretreatment basa pada proses degradasi enzimatik ampas tebu untuk produksi bioetanol**. Jurnal Teknik Pomits, vol 2 (1) : 101-102.
- Dewati, R. 2008. **Limbah Kulit Pisang Kepok Sebagai Bahan Baku Pembuatan Etanol**. Universitas Pembangunan Nasional (UPN press). Surabaya.
- Husin. 2007. **Analisis Serat Bagase**. Jakarta. Diakses dari <http://www.free.vlsm.org/>. pada tanggal 25 Mei 2016.
- Kazebara, T. 2012. **Limbah pertanian sebagai substrat industri**. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Maranatha, B. 2008. **Aktivitas enzim selulase isolat asal Indonesia pada berbagai substrat limbah pertanian**. Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Masfufatun. 2009. **Hidrolisis Carboxy Methyl Cellulose (CMC) dengan enzim selulase dari bekicot (*Achatina fulica*) untuk produksi etanol menggunakan (*Zymomonas mobile*)**. Tesis Program Pascasarjana Institut Teknologi 10 November. Surabaya.
- Munadjim. 1998. **Teknologi Pengolahan Pisang**, Penerbit PT Gramadeia, Jakarta.
- Mutreja, R., D. Das, D. Goyal, dan A. Goyal. (2011). **Bioconversion of agricultural waste to ethanol by SSF using recombinant cellulase from *Clostridium thermocellum***. *Enzyme reseacrh.* vol. 11 (4) : 1-6.
- Poedjiadi, A., Supriyanti dan F.M. Titin. 2009. **Dasar-Dasar Biokimia**. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta.
- Poedjiadi, A. 2006. **Dasar-Dasar Biokimia**. Universitas Indonesia (UI-press). Jakarta.
- Pratiwi, F.M.R. 2006. **Produksi xilanase dari *Streptomyces sp.* Pada substrat xilan tongkol jagung**. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Robertson, E. 1993. **Evaluasi nutrisi, korelasi vegetatif dan kemungkinan kulit**

- pisang sebagai makanan ternak ruminansia menggunakan teknik *in vitro* dan *in situ*.** Skripsi Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Saryono. 1991. **Hidrolisa selulosa ampas nanas (*Ananas comucis*) dengan enzim selulase dari bekicot (*Achatina fulica*).** Tesis program pascasarjana. Departemen Teknik sipil Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Supranto. 1998. **Proses Industri Kimia II.** Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada (UGM Press). Yogyakarta.
- Suhartono. 1998. **Enzim dan Bioteknologi.** Institut Pertanian Bogor (IPB press). Bogor.
- Tabatabai. 2004. **Cellulose activity of soils.** Journal Soil Biol. Biochem. volume 26 (10) : 1347-1354.

