

Karakterisasi Enzim Amilase Dari Kecambah Biji Jagung Ketan (*Zea mays ceratina* L.)

Syaiful Bahri¹, Moh. Mirzan² dan Moh. Hasan¹

¹Lab. Kimia Organik Jur. Kimia Fakultas MIPA, Universitas Tadulako

²Lab. Kimia Fisika Jur. Kimia Fakultas MIPA, Universitas Tadulako

ABSTRACT

The research about characterization of the amylase enzyme from germination glutinous corn seed (*Zea mays ceratina* L.) was done. The aims of this research is to know the effect of germination time to the activity of the amylase enzyme and characteristics of the amylase enzyme from germination glutinous corn seed (*Zea mays ceratina* L.). The research was conducted through four phases that is germination stage, extraction, isolation, and characterization. The research device used was Completely Randomized Design (CRD) and to be continued by BNJ test critical level 5%. Result showed that the germination time that produces the highest activity was 36 hours and the activity of enzyme was 0.0557 sec⁻¹. Isolation of the amylase enzyme purified by *salting out* method used technical (NH₄)₂SO₄ at concentration 55% with activity of 0.0394 sec⁻¹. The optimum pH was 9, and the activity of enzyme was 0.0207 sec⁻¹. Maximum substrate concentration with the activity 0.0476 sec⁻¹ give at 12.5% (w/v), while the optimum temperature for activity 0.0229 sec⁻¹ was 70 °C. From examination manner analysis for all of free variables results very real effect on the amylase enzyme activity, while the BNJ test critical level of 5% showed a real difference with the other treatments of every variable.

Keywords: *Glutinous Corn, Germination, Enzyme, Amylase, Salting out.*

PENDAHULUAN

Sulawesi Tengah adalah salah satu daerah penghasil biji jagung cukup besar di Indonesia, produksinya pada tahun 2010 sebesar 171.179 ton pipilan kering. Produksi ini mengalami peningkatan sebesar 4,2% dibandingkan tahun 2009 yaitu sebesar 0,22 ku/ha (BPS Sulteng, 2010). Jagung adalah tanaman semusim yang pada saat pertumbuhan awal (berkecambah) dapat menghasilkan enzim amilase yang cukup banyak (Mulyani, 2006). Pemanfaatan enzim amilase dari kecambah biji jagung ini di bidang industri masih belum banyak dilakukan. Bila hal ini dilakukan tentunya merupakan salah satu cara yang dapat meningkatkan nilai ekonomis dari jagung tersebut.

Pertumbuhan tanaman yang berasal dari biji diawali dari proses perkecambahan. Dalam pertumbuhannya memerlukan energi, dan energi tersebut berasal dari perombakan bahan-bahan organik seperti karbohidrat lemak dan protein,. Enzim yang digunakan untuk merombak protein adalah enzim protease, perombakan lemak adalah enzim lipase dan pati memerlukan enzim amilase. Enzim-enzim tersebut secara bersamaan dihasilkan tumbuhan selama proses perkecambahan.

Suarni dkk (2006) berhasil melakukan modifikasi pati jagung menggunakan enzim α -amilase dari kecambah kacang hijau, tanpa memisahkan enzim amilase dari kecambah (tidak dilakukan ekstraksi enzim α -amilase). Potensi kecambah kacang hijau sebagai sumber enzim α -amilase juga dilaporkan oleh Suarni dan Patong (2007). Hal yang sama juga dilakukan oleh Jamilatun dkk (2004) yang menggunakan kecambah jagung dalam hidrolisis pati biji nangka untuk produksi glukosa. Darmajana dkk (2008) menggunakan enzim α -amilase komersial dalam pembuatan tepung pisang instan. Selain berasal dari kecambah biji-bijian, enzim amilase yang berasal dari tanaman juga telah digunakan dalam proses hidrolisis pati. Rinawati dkk (2009) melakukan isolasi enzim amilase dari temulawak dan menggunakannya dalam produksi gula glukosa dari pati.

Enzim adalah molekul protein yang berperan sebagai biokatalis dan berfungsi untuk mengkatalisis reaksi-reaksi metabolisme yang berlangsung pada makhluk hidup. Fungsi ini dipengaruhi oleh faktor lingkungannya seperti temperatur, keasaman (pH), konsentrasi substrat, konsentrasi enzim dan aktivator. Pada kondisi optimum, laju reaksi enzimatik akan bekerja secara optimum, sehingga diperoleh produk yang lebih banyak. Laju reaksi enzimatik akan bertambah dengan bertambahnya konsentrasi enzim, akan tetapi laju reaksi dapat mencapai konstan bila jumlah substrat bertambah terus sampai melewati batas kemampuan enzim (Mappiratu dan Nurhaeni, 2009).

Hingga saat ini belum ditemukan adanya kajian tentang waktu perkecambahan biji Jagung Ketan (*Zea mays ceratina* L.) yang dapat menghasilkan aktivitas enzim amilase tertinggi dan karakteristik lainnya, sehingga perlu ada kajian ke arah tersebut.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Maret sampai Mei 2011 di Laboratorium Penelitian Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tadulako.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah wadah plastik, blender, sentrifuges, neraca analitik, penyaring buchner, pompa vakum, lemari pendingin, vakum dryer, lumpang dan alu, stopwatch, penangas air, termometer, rak tabung reaksi dan alat-alat gelas yang umum digunakan dalam laboratorium kimia.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji jagung ketan (*Zea mays ceratina* L.), akuades, amonium sulfat teknis, pati murni, larutan iodium 1% (b/v), bufer fosfat pH 6, 7, 8, 9, 10, 11 dan 12, kertas indikator universal, kapas, kain saring dan plastik.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas dua macam variabel sebagai fokus pengamatan, yaitu : Variabel bebas, yang terdiri atas waktu perkecambahan, tingkat kejenuhan amonium sulfat, pH, konsentrasi substrat dan temperature dan variabel terikat, yaitu aktivitas enzim amilase dari kecambah biji jagung ketan (*Zea mays ceratina* L.).

Pelaksanaan Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan 4 tahapan kerja yang meliputi tahap perkecambahan, ekstraksi, isolasi, dan karakterisasi enzim amilase yang masing-masing digunakan perlakuan duplo.

Tahap Perkecambahan (Mappiratu dan Nurhaeni, 2009)

Sebanyak 100 gram biji jagung, direndam dalam air selama 24 jam. Setelah itu ditiriskan dan selanjutnya dimasukkan ke dalam wadah plastik yang telah diisi dengan kapas basah, lalu ditutup dengan plastik dan disimpan selama 24 jam, 30 jam, 36 jam, 42 jam, 48 jam, dan 54 jam.

Tahap Ekstraksi (Mappiratu dan Nurhaeni, 2009)

Kecambah setiap perlakuan diblender dengan ditambahkan air sebanyak 200 mL. Selanjutnya bubur kecambah disaring dan didekantasi sehingga terpisah antara ekstrak dan endapan pati. Ekstrak selanjutnya disentrifugasi dengan putaran 2700 rpm selama 4 menit, Supernatan diuji aktivitasnya menggunakan 1 mL larutan pati 1% (b/v); 0,05 mL larutan I₂ 1%, serta 1,5 mL larutan bufer fosfat pH 7. Ke dalam tabung reaksi ditambahkan 2 mL ekstrak enzim, dikocok,

dan disimpan pada temperatur ruang. Perubahan warna larutan diamati dan dicatat waktu perubahannya.

Tahap Isolasi Enzim Amilase (Hardi, 2009)

Isolasi enzim amilase dari ekstrak kecambah dilakukan dengan metode *salting out* menggunakan amonium sulfat teknis. Perlakuan terdiri atas 6 tingkat kejenuhan, yaitu 45%; 50%; 55%; 60%; 65%; dan 70%. Setelah bahan pengendap dimasukkan ke dalam gelas kimia yang berisi 1000 mL ekstrak enzim, campuran selanjutnya diaduk sampai homogeny, campuran didinginkan selama 24 jam sampai terjadi koagulasi. Koagulan dipisahkan dari larutan menggunakan penyaring Buchner. Endapan disimpan dalam lemari pendingin selama 1 jam dan dimasukkan ke dalam vakum dryer pada temperatur 40 °C selama 6 jam atau sampai endapan tidak mengandung air lagi. Endapan kering dijadikan tepung dan diuji aktivitasnya.

Tahap Karakterisasi Enzim Amilase (Mappiratu dan Nurhaeni, 2009)

1) Pengaruh pH terhadap Aktivitas Enzim Amilase

Enam buah tabung reaksi diisi 8,5 mL larutan pati 1% (b/v) yang telah dilarutkan dalam masing-masing larutan bufer fosfat pH 6, 7, 8, 9, 10, 11 dan 12, lalu ditambahkan 0,05 mL larutan I₂ 1%. Selanjutnya masing-masing tabung reaksi ditambahkan enzim amilase 0,1 g, dikocok, dan disimpan pada temperatur ruang. Perubahan warna larutan diamati dan dicatat waktu perubahannya.

2) Pengaruh Konsentrasi Substrat terhadap Aktivitas Enzim Amilase

Enam buah tabung reaksi diisi 8,5 mL larutan pati 5%; 7,5%; 10%; 12,5%; 15%; dan 17,5% yang telah dilarutkan dalam larutan bufer fosfat pH optimum. Masing-masing tabung reaksi ditambahkan 0,05 mL larutan I₂ 1% serta 0,1 g enzim amilase, dikocok, dan disimpan pada temperatur ruang. Perubahan warna larutan diamati dan dicatat waktu perubahannya.

3) Pengaruh Temperatur terhadap Aktivitas Enzim Amilase

Enam buah tabung reaksi diisi 8,5 mL larutan pati konsentrasi maksimum yang telah dilarutkan dalam larutan bufer fosfat pH optimum. Masing-masing tabung reaksi ditambahkan 0,05 mL larutan I₂ 1% dan 0,1 g enzim amilase lalu dikocok. Selanjutnya masing-masing tabung reaksi segera dimasukkan ke dalam penangas air pada temperatur 40 °C, 50 °C, 60 °C, 70 °C, 80 °C dan 90 °C. Perubahan warna larutan diamati dan dicatat waktu perubahannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Waktu Perkecambahan Terhadap Aktivitas Enzim Amilase

Banyak enzim amilase yang dihasilkan dan Aktivasinya ditentukan dengan cara bervariasi waktu perkecambahan. Variasi waktunya adalah 24, 30, 36, 42, 48 dan 54 jam. Pada setiap perlakuan waktu, enzim yang terdapat dalam kecambah diekstrak dan diuji aktivitasnya. Hasil menunjukkan bahwa waktu perkecambahan 36 jam memberikan aktivitas tertinggi yaitu $0,0557 \text{ detik}^{-1}$ seperti gambar 1.

Hal ini terjadi karena pada awal perkecambahan diperlukan energi yang cukup besar, untuk itu diperlukan enzim amilase yang banyak untuk merombak karbohidrat. Setelah waktu tertentu, fase perkecambahan akan dialihkan menjadi fase pertumbuhan, sehingga pembentukan enzim amilase menjadi menurun. Penurunan aktivitas enzim amilase terjadi pada waktu perkecambahan 36-54 jam, karena jumlah enzim amilase yang dihasilkan semakin sedikit.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa waktu perkecambahan mempunyai pengaruh sangat nyata terhadap aktivitas enzim amilase. Hasil uji BNJ pada taraf kritis 5% menunjukkan bahwa waktu perkecambahan 36 jam berbeda nyata dari perlakuan lainnya dan dapat menghasilkan aktivitas enzim amilase tertinggi sebesar $0,0557 \text{ detik}^{-1}$ seperti terlihat pada tabel 1.

Pengaruh Tingkat Kejenuhan Amonium Sulfat Terhadap Aktivitas Enzim Amilase

Isolasi enzim amilase dari ekstrak kecambah biji jagung ketan (*Zea mays ceratina* L.) dilakukan dengan metode *salting out* menggunakan amonium sulfat teknis dengan variasi tingkat kejenuhan. 45%; 50%; 55%; 60%; 65%; dan 70%. Pada gambar 2 terlihat bahwa aktivitas enzim amilase tertinggi terdapat pada tingkat kejenuhan 55%.

Penggunaan amonium sulfat $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ sebagai *salting out* karena garam ini dapat berfungsi merusak mantel air yang terdapat di sekitar enzim (protein) sehingga protein akan membentuk koagulan. Menurut Darwis dan Sukara (1990) amonium sulfat memiliki tingkat kelarutan di dalam air yang sangat tinggi, tidak mengandung zat-zat yang toksik terhadap kebanyakan enzim, harganya relatif murah, dan jika digunakan dalam jumlah banyak dapat bertindak sebagai stabilisator enzim itu sendiri, sehingga cocok digunakan dalam proses *salting out*.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tingkat kejenuhan amonium sulfat pengaruh sangat nyata terhadap aktivitas enzim amilase, karena nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ 1%. Hasil uji BNJ taraf kritis 5% seperti pada tabel 2 menunjukkan bahwa tingkat kejenuhan amonium sulfat 55% berbeda nyata dari tingkat lainnya dengan aktivitas enzim $0,0394 \text{ detik}^{-1}$,

Pengaruh pH Terhadap Aktivitas Enzim Amilase

Aktivitas enzim amilase dari ekstrak kecambah tertinggi diperoleh pada pH 9 dengan aktivitas $0,0207 \text{ detik}^{-1}$ seperti ditunjukkan pada gambar 3. Aktivitas enzim berkaitan erat dengan strukturnya, perubahan struktur akan menyebabkan perubahan aktivitas enzim. Pada pH optimum konformasi enzim berada pada kondisi yang ideal. Hal ini menyebabkan interaksi antara enzim dan substrat menjadi maksimal. Pada suasana yang terlalu asam atau basa, konformasinya berubah sehingga aktivitas enzim akan terganggu. Perubahan tingkat keasaman akan menyebabkan terjadinya penurunan aktivitas (Agustini, 2009).

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pH mempunyai pengaruh sangat nyata terhadap aktivitas enzim amilase. Hasil uji BNJ taraf kritis 5% (tabel 3) menunjukkan bahwa pH 9 berbeda nyata dari pH lainnya.

Pengaruh Konsentrasi Substrat Terhadap Aktivitas Enzim Amilase

Konsentrasi substrat adalah salah satu faktor yang dapat mempengaruhi aktivitas enzim amilase. Gambar 4 menunjukkan bahwa pada konsentrasi enzim yang tetap, penambahan konsentrasi substrat akan menaikkan aktivitas enzim sampai mencapai batas maksimum. Pada kondisi tersebut semua enzim telah jenuh dengan substrat, sehingga penambahan substrat sudah tidak akan meningkatkan aktivitas enzim amilase.

Pada konsentrasi substrat 12,5% enzim memiliki aktivitas maksimum yaitu $0,0476 \text{ det}^{-1}$. Peningkatan aktivitas enzim amilase terjadi pada konsentrasi substrat 5-12,5% dan mulai konstan dari konsentrasi 12,5-17,5%. Hal ini disebabkan karena enzim sudah jenuh dengan substrat. Pada konsentrasi substrat yang rendah, sisi aktif tempat terjadinya kontak antara enzim dan substrat hanya menampung substrat yang sedikit. Dalam kondisi ini konsentrasi kompleks enzim-substrat sedikit dan menyebabkan aktivitas enzim kecil. Bila konsentrasi substrat diperbesar, maka semakin banyak substrat yang dapat berhubungan dengan enzim pada sisi aktif tersebut. Akibatnya kompleks enzim-substrat semakin besar dan aktivitas enzim juga semakin besar.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi substrat mempunyai pengaruh sangat nyata terhadap aktivitas enzim amilase. Hasil uji BNJ taraf kritis 5% (tabel 4) menunjukkan bahwa konsentrasi substrat 12,5% berbeda tidak nyata dari konsentrasi 15 dan 17,5%. Akan tetapi berbeda nyata dengan konsentrasi 5; 7,5; dan 10%.

Setiap enzim mempunyai sifat dan karakteristik yang spesifik seperti ditunjukkan pada sifat spesifitas enzim terhadap substrat yang dinyatakan dengan nilai tetapan Michaelis – Menten (Km). Nilai Km didefinisikan sebagai konsentrasi substrat tertentu pada saat enzim mencapai kecepatan setengah kecepatan maksimum. Untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi substrat dengan aktivitas enzim amilase atau kecepatan reaksi, maka dengan menggunakan

metode Lineweaver-Burk, nilai V_{maks} dan K_m dapat dihitung. Data aktivitas amilase dan konsentrasi substrat dapat dilihat dalam gambar 13.

Berdasarkan gambar di atas dapat dihitung nilai V_{maks} dan K_m sebagai berikut :

Nilai $y = ax + b$; $y = 53,89x + 17,53$

Untuk : $V_{maks} = \frac{1}{b} = \frac{1}{17,53} = 0,057 \text{ detik}^{-1}$

Sedangkan untuk nilai K_m adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} K_m &= a \times V_{maks} \\ &= 53,89 \times 0,057 = 3,072 \end{aligned}$$

Pengaruh Temperatur Terhadap Aktivitas Enzim Amilase

Temperatur optimum enzim amilase dari kecambah biji jagung ketan (*Zea mays ceratina* L.) adalah 70 °C dengan aktivitas 0,0229 det⁻¹ seperti terlihat pada gambar 6.

Menurut Gaman dan Sherrington (1994) enzim tidak memiliki aktivitas yang maksimal pada temperatur yang sangat rendah. Pada temperatur yang tinggi aktivitas enzim akan naik, namun sebaliknya juga akan mendenaturasi enzim (Martoharsono, 1994). Peningkatan temperatur dapat meningkatkan kecepatan reaksi karena molekul atom mempunyai energi yang lebih besar dan mempunyai kecenderungan untuk berpindah. Ketika temperatur meningkat, proses denaturasi juga mulai berlangsung dan menurunkan aktivitas molekul enzim.

Sebelum mencapai temperatur 70 °C terlihat bahwa aktivitas enzim amilase masih kecil, hal ini disebabkan karena pada temperatur tersebut energi aktivasi yang diperlukan enzim untuk mengkatalisis reaksi hidrolisis substrat belum maksimal, sehingga enzim tidak dapat bekerja dengan baik. Kenaikan temperatur menyebabkan aktivitas enzim amilase meningkat hingga mencapai temperatur optimum. Setelah mencapai kondisi optimum, terlihat bahwa aktivitas enzim juga menurun. Terjadinya penurunan aktivitas ini karena pada temperatur tinggi struktur enzim akan berubah sehingga sisi aktif enzim akan rusak atau berubah dan menyebabkan aktivitasnya menurun.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa temperatur berpengaruh sangat nyata terhadap aktivitas enzim amilase. Hasil uji BNT taraf kritis 5% (tabel 6) menunjukkan bahwa temperatur 70 °C berbeda nyata dengan temperatur lainnya yang selanjutnya disebut sebagai temperatur optimum enzim amilase dari kecambah biji jagung ketan (*Zea mays ceratina* L.).

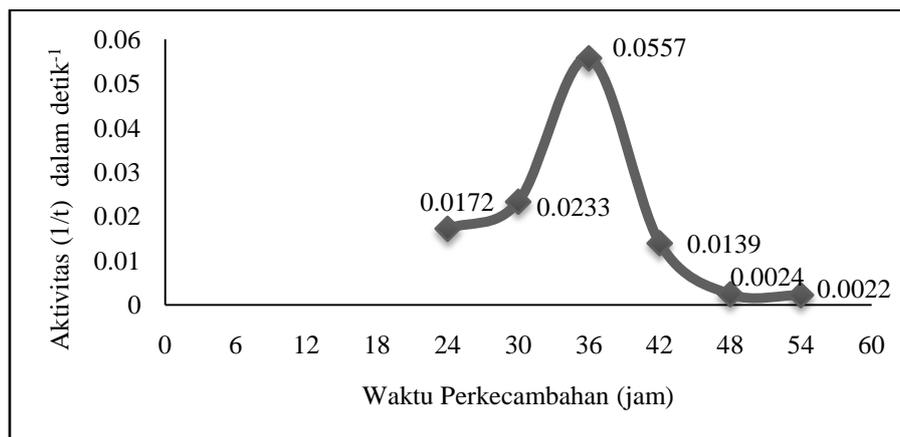
KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

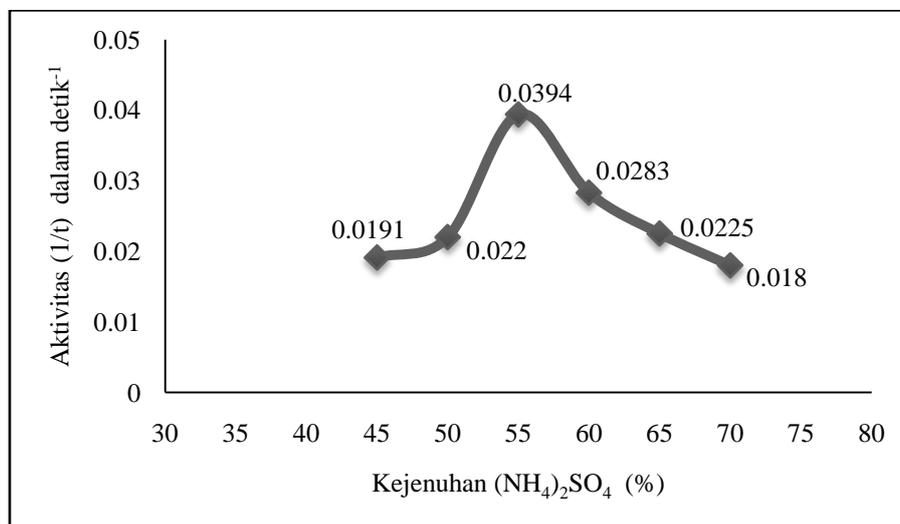
Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa isolasi enzim amilase dari kecambah biji jagung ketan (*Zea mays ceratina* L.) dapat dilakukan dengan metode *salting out* menggunakan amonium sulfat teknis pada kejenuhan 55% dan enzim amilase dari kecambah biji jagung ketan (*Zea mays ceratina* L.) dipengaruhi oleh waktu perkecambahan, dan waktu perkecambahan 36 jam adalah waktu yang terbaik dengan aktivitas $0,0557 \text{ detik}^{-1}$, serta Karakteristik enzim amilase dari kecambah biji jagung ketan (*Zea mays ceratina* L.) adalah optimum pada pH 9, konsentrasi substrat maksimum 12,5% dan temperatur optimum 70°C .

DAFTAR PUSTAKA

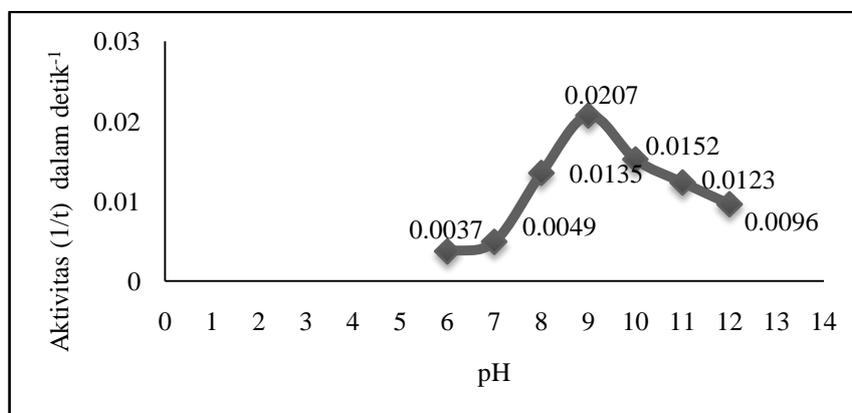
- BRS Sulteng. 2010. Perkembangan Produksi Padi dan Palawija 2010. <http://sulteng.bps.go.id> (diunduh pada tanggal 24 Mei 2011).
- Darmajana, D. A., Agustina, W. dan Wartika. 2008. Pengaruh Konsentrasi Enzim α -Amilase Terhadap Sifat Fisik dan Organoleptik Filtrat Bubur Buah Pisang (Bahan Pembuatan Tepung Pisang Instan). Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II, Lampung.
- Darwis, A. A. dan Sukara. 1990. Isolasi, Purifikasi, dan Karakterisasi Enzim. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hanafiah, K. A. 2010. Rancangan Percobaan. Rajawali Pers, Jakarta.
- Jamilatun, S., Sumiyati, Y. dan Handayani, R. N. 2004. Pengambilan Glukosa dari Tepung Biji Nangka dengan Cara Hidrolisis Enzimatik Kecambah Jagung. Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses, Yogyakarta.
- Johmanian, I. dan K. D., Mukherjee. 1995. Germinating Rapeseed as Biocatalyst: Hidrolisis of Oil Containing Common and Unusual Fatty Acids. *Food Chem.* 43: 2997-3000.
- Mappiratu dan Nurhaeni. 2009. Penuntun Praktikum Enzim Pangan. Jurusan Kimia Fmipa Universitas Tadulako, Palu.
- Martoharsono, S. 1994. Biokimia. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Mulyani, Y. 2006. *Perbandingan* Aktivitas Enzim Amilase dari Biji Jagung yang Sedang Tumbuh dengan Amilase dari *Saccharomycopsis Fibuligera*, <http://pustaka.unpad.ac.id> (diunduh pada tanggal 28 Juli 2011).
- Sebayang, F. 2005. Isolasi dan pengujian aktivitas enzim α -amilase dari *aspergillus niger* dengan menggunakan media campuran onggok dan dedak. *Jurnal komunikasi penelitian*, 17:81-87.
- Suarni, Ubbe, U., Upe, A. dan Harlim, T. 2006. Modifikasi Tepung Jagung dengan Enzim α -Amilase dari Kecambah Kacang Hijau. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen, Makassar.
- Suarni dan Patong, R. 2007. Potensi Kecambah Kacang Hijau Sebagai Sumber Enzim α -Amilase. *Indo. J. Chem.*, 7: 332-336.



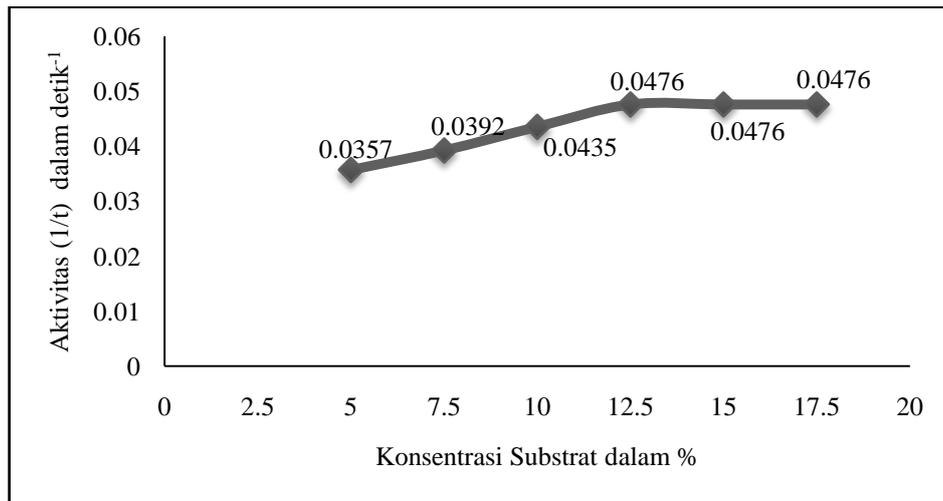
Gambar 1. Hubungan Antara Waktu Perkecambahan Dengan Aktivitas Enzim



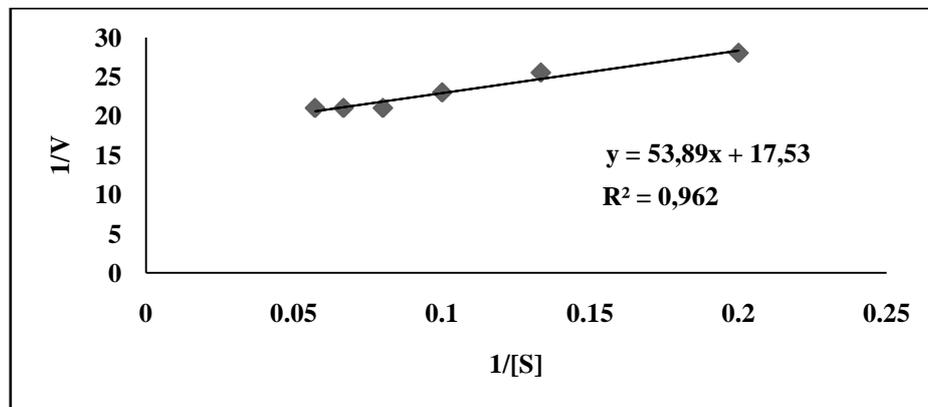
Gambar 2. Hubungan Antara Tingkat Kejenuhan Amonium Sulfat Dengan Aktivitas enzim Amilase



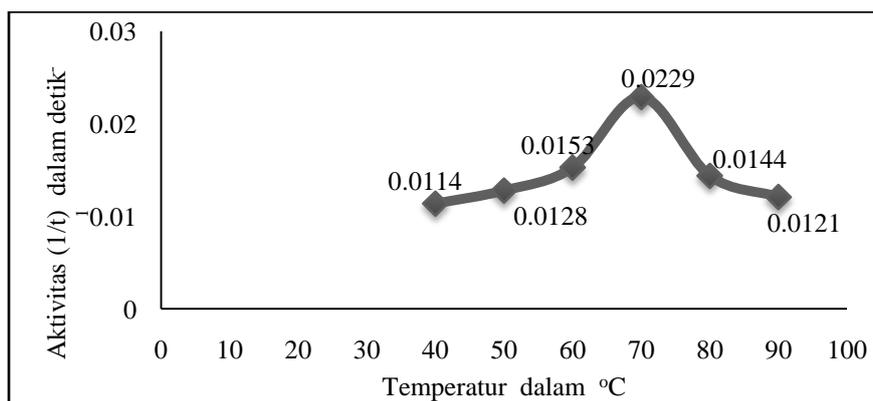
Gambar 3. Hubungan Antara pH dengan Aktivitas Enzim Amilase



Gambar 4. Hubungan Antara Konsentrasi Substrat Dengan Aktivitas Enzim Amilase



Gambar 5. Kurva Regresi Konsentrasi Substrat Dengan Aktivitas Enzim Amilase



Gambar 6. Hubungan Antara Temperatur Dengan Aktivitas Enzim Amilase

Tabel 1. Hasil Uji BNJ Pengaruh Waktu Perkecambahan Terhadap Aktivitas Enzim Amilase

Waktu Perkecambahan (jam)	Aktivitas Enzim Amilase (detik ⁻¹)	BNJ Taraf Kritis 5%
24	0,0172 ^b	5,31
30	0,0233 ^c	
36	0,0557 ^d	
42	0,0139 ^b	
48	0,0024 ^a	
54	0,0022 ^a	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata

Tabel 2. Hasil Uji BNJ Pengaruh Tingkat Kejenuhan Amonium Sulfat Terhadap Aktivitas Enzim Amilase

Tingkat Kejenuhan	Aktivitas Enzim Amilase (detik ⁻¹)	BNJ Taraf Kritis 5%
45	0,0191 ^a	5,31
50	0,0220 ^a	
55	0,0394 ^b	
60	0,0283 ^a	
65	0,0225 ^a	
70	0,0180 ^a	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata

Tabel 3. Hasil Uji BNJ Pengaruh pH Terhadap Aktivitas Enzim Amilase

pH	Aktivitas Enzim Amilase (detik ⁻¹)	BNJ Taraf Kritis 5%
6	0,0037 ^a	5,35
7	0,0049 ^a	
8	0,0136 ^b	
9	0,0207 ^c	
10	0,0152 ^b	
11	0,0123 ^b	
12	0,0096 ^b	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata

Tabel 4. Hasil Uji BNJ Pengaruh Konsentrasi Substrat Terhadap Aktivitas Enzim Amilase

Konsentrasi Substrat (%)	Aktivitas Enzim Amilase (detik ⁻¹)	BNJ Taraf Kritis 5%
5	0,0357 ^a	5,31
7,5	0,0392 ^b	
10	0,0435 ^c	
12,5	0,0476 ^d	
15	0,0476 ^d	
17,5	0,0476 ^d	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata

Tabel 6. Hasil Uji BNJ Pengaruh Temperatur Terhadap Aktivitas Enzim Amilase

Temperatur (°C)	Aktivitas Enzim Amilase (detik ⁻¹)	BNJ Taraf Kritis 5%
40	0,0114 ^a	5,31
50	0,0128 ^a	
60	0,0153 ^a	
70	0,0229 ^b	
80	0,0144 ^a	
90	0,0121 ^a	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata