



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

## **KARAKTERISASI XILANASE TERMOFILIK BAKTERI NG2 DARI SOLOK SELATAN**

**SKRIPSI**



**TETI KURNIASIH  
0810 612 081**

**FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG 2012**

## KARAKTERISASI XILANASE TERMOFILIK BAKTERI NG2 DARI SOLOK SELATAN

Teti Kurniasih, di bawah bimbingan  
**Prof.Dr.Ir. Yetti Marlida, MS dan Dr.Ir. Maria Endo Mahata, MS**  
Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan  
Universitas Andalas Padang, 2012

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakter enzim xilanase dari Bakteri NG2 yang meliputi pH optimum dan pH stabilitas serta suhu optimum dan suhu stabilitas. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Industri Pakan Fakultas Peternakan Universitas Andalas Padang. Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan empat ulangan. Hasil penelitian diperoleh bahwa pH optimum enzim xilanase dari Bakteri NG2 adalah 5.5 dan suhu optimum xilanase adalah 60 °C. Pada kondisi pH optimum, diperoleh aktivitas xilanase 0.206 U/ml dan aktivitas spesifik 1.827 U/mg. Sedangkan kandungan xilosa diperoleh 0.929 mg/ml. Untuk kondisi suhu optimum, diperoleh aktivitas xilanase adalah 0.127 U/ml dan aktivitas spesifiknya 1.128 U/mg. Sedangkan kandungan xilosa diperoleh 0.573 mg/ml. Sementara pH stabilitas enzim xilanase berkisar antara pH 5-8, dan suhu stabilitasnya berkisar antara 50-90 °C.

**Kata Kunci** : Xilanase, Bakteri Termofilik, pH Optimum, pH Stabilitas, Suhu Optimum dan Suhu Stabilitas.



## KATA PENGANTAR



Puji syukur alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini yang berjudul “**Karakterisasi Xilanase Termofilik Bakteri NG2 Dari Solok Selatan**” ini dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Peternakan Universitas Andalas Padang.

Penulis sepenuhnya menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan selesai tanpa adanya bimbingan dan dukungan yang penuh ketulusan dari semua pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih terutama kepada Dosen Pembimbing I yaitu **Prof. Dr. Ir. Yetti Marlida, MS** dan **Dr. Ir. Maria Endo Mahata, MS** selaku Pembimbing II, yang telah meluangkan waktu dan telah memberikan pengarahan kepada penulis. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan khususnya mengenai ilmu peternakan dan bermanfaat bagi yang memerlukannya.

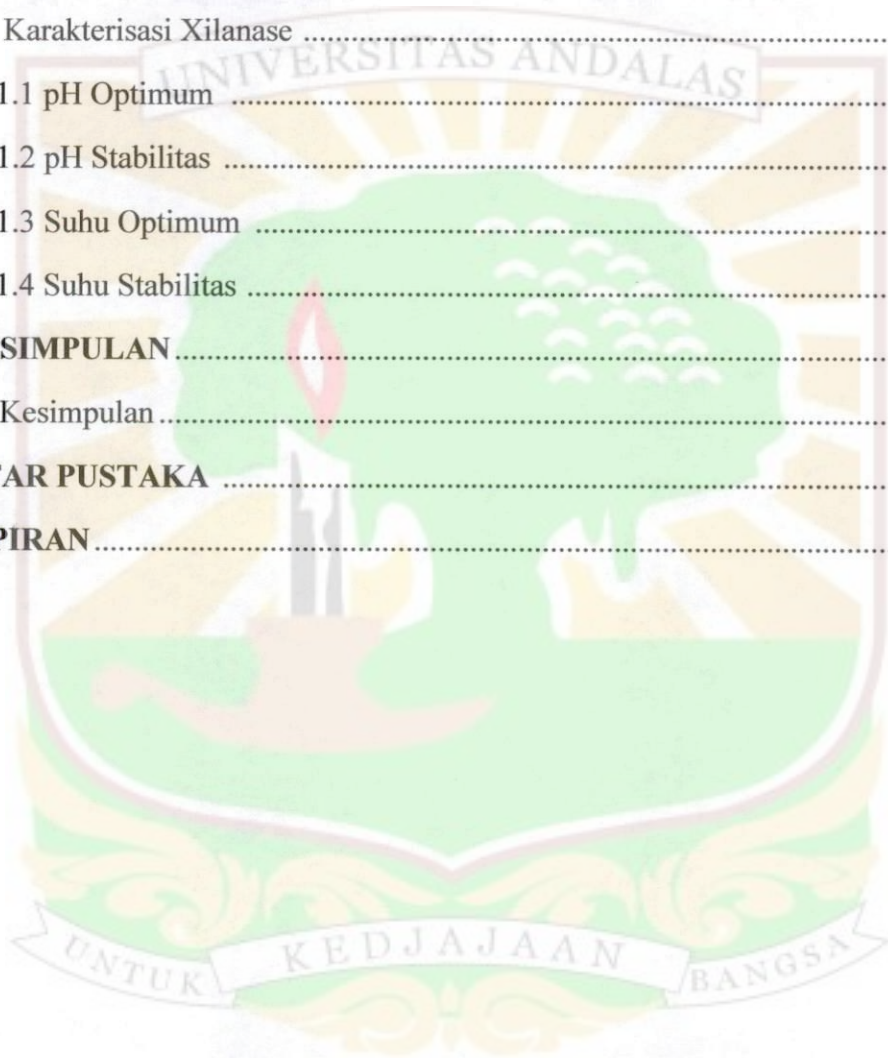
Padang, September 2012

**Teti kurniasih**

## DAFTAR ISI

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                           | <b>i</b>       |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                               | <b>ii</b>      |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                             | <b>iv</b>      |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                            | <b>v</b>       |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                          | <b>vi</b>      |
| <b>I. PENDAHULUAN</b> .....                           | <b>1</b>       |
| 1.1. Latar Belakang .....                             | <b>1</b>       |
| 1.2. Perumusan Masalah .....                          | <b>3</b>       |
| 1.3. Tujuan Penelitian .....                          | <b>4</b>       |
| 1.4. Manfaat Penelitian .....                         | <b>4</b>       |
| 1.5. Hipotesis .....                                  | <b>4</b>       |
| <b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                     | <b>5</b>       |
| 2.1.1. pH Optimum .....                               | <b>5</b>       |
| 2.1.2. pH stabilitas .....                            | <b>7</b>       |
| 2.1.3. Suhu Optimum .....                             | <b>9</b>       |
| 2.1.4. Suhu Stabilitas.....                           | <b>11</b>      |
| <b>III. MATERI DAN METODE PENELITIAN</b> .....        | <b>13</b>      |
| 3.1. Materi Penelitian .....                          | <b>13</b>      |
| 3.1.1. Bahan Penelitian .....                         | <b>13</b>      |
| 3.1.2. Peralatan .....                                | <b>13</b>      |
| 3.2. Metode Penelitian .....                          | <b>13</b>      |
| 3.3. Prosedur Penelitian .....                        | <b>14</b>      |
| 3.3.1. Produksi Enzim Xilanase dari Bakteri NG2 ..... | <b>14</b>      |
| 3.3.2. Karakterisasi Xilanase .....                   | <b>15</b>      |
| 3.3.2.1. pH Optimum .....                             | <b>15</b>      |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.3.2.2. pH Stabilitas .....           | 15        |
| 3.3.2.3. Suhu Optimum .....            | 15        |
| 3.3.2.4. Suhu Stabilitas .....         | 15        |
| 3.4. Parameter yang diamati .....      | 17        |
| 3.5. Waktu dan Tempat Penelitian ..... | 17        |
| <b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....  | <b>19</b> |
| 4.1. Karakterisasi Xilanase .....      | 19        |
| 4.1.1 pH Optimum .....                 | 20        |
| 4.1.2 pH Stabilitas .....              | 22        |
| 4.1.3 Suhu Optimum .....               | 23        |
| 4.1.4 Suhu Stabilitas .....            | 25        |
| <b>V. KESIMPULAN</b> .....             | <b>27</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....                   | 27        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....            | <b>28</b> |
| <b>LAMPIRAN</b> .....                  | <b>32</b> |



## DAFTAR TABEL

| <b>Tabel</b>   | <b>Halaman</b> |
|--|----------------|
| 1. pH optimum xilanase yang dihasilkan oleh beberapa mikroorganisme ..   | 7              |
| 2. pH stabilitas xilanase yang dihasilkan oleh beberapa mikroorganisme.. | 9              |
| 3. Suhu optimum xilanase yang dihasilkan oleh beberapa mikroorganisme.   | 11             |
| 4. Suhu stabilitas xilanase yang dihasilkan oleh beberapa mikroorganisme | 12             |



## DAFTAR GAMBAR

| Gambar   | Halaman |
|--|---------|
| 1. Prosedur Pelaksanaan Penelitian. ....                                       | 18      |
| 2. Aktivitas Xilanase dan Aktivitas Spesifik Xilanase pada Berbagai pH .....   | 20      |
| 3. Kandungan Xilosa pada Berbagai pH .....                                     | 21      |
| 4. pH Stabilitas Enzim Xilanase .....  | 22      |
| 5. Aktivitas Xilanase dan Aktivitas Spesifik Xilanase pada Berbagai Suhu ..... | 23      |
| 6. Kandungan Xilosa pada Berbagai Suhu .....                                   | 24      |
| 7. Suhu Stabilitas Xilanase .....  | 26      |



## DAFTAR LAMPIRAN

| <b>Lampiran</b>   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| 1. Data absorbansi kurva standar BSA .....  | 32             |
| 2. Rataan Absorbansi Protein Enzim Xilanase.....                                      | 33             |
| 3. Data absorbansi kurva standar xilosa .....   | 34             |
| 4. Data Absorbansi dan Rataan Kandungan Xilosa<br>Pada Berbagai pH Optimum .....      | 35             |
| 5. Rataan Aktivitas Xilanase pada Berbagai pH Optimum .....                           | 36             |
| 6. Rataan Aktivitas Spesifik pada Berbagai pH Optimum .....                           | 37             |
| 7. Data Absorbansi dan Rataan Aktivitas Enzim<br>pada Berbagai pH Stabilitas .....    | 38             |
| 8. Aktivitas Relatif Xilanase pada Berbagai pH Stabilitas.....                        | 39             |
| 9. Rataan Aktivitas Spesifik pada Berbagai pH Stabilitas .....                        | 40             |
| 10. Data Absorbansi dan Rataan Kandungan Xilosa<br>pada Berbagai Suhu Optimum .....   | 41             |
| 11. Rataan Aktivitas Xilanase pada Berbagai Suhu Optimum.....                         | 42             |
| 12. Rataan Aktivitas Spesifik pada Berbagai Suhu Optimum.....                         | 43             |
| 13. Data Absorbansi dan Rataan Aktivitas Enzim<br>pada Berbagai Suhu Stabilitas ..... | 44             |
| 14. Aktivitas Relatif Xilanase dari Berbagai Suhu Stabilitas.....                     | 45             |
| 15. Rataan Aktivitas Spesifik pada Berbagai Suhu Stabilitas.....                      | 46             |



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Enzim xilanase merupakan enzim ekstraseluler yang dapat menghidrolisis xilan (hemiselulosa) menjadi xilo-oligosakarida dan xilosa. Enzim xilanase dapat dihasilkan oleh mikroba melalui proses fermentasi, yang biasanya dihasilkan oleh bakteri atau khamir (Richana, 2008).

Enzim xilanase pada penelitian ini diproduksi dari Bakteri NG2, bakteri ini bersifat termofilik dan terbukti mampu memecah komponen lignoselulosa. Bakteri NG2 merupakan isolat penghasil xilanase terbaik dari sembilan isolat yang di ambil di Solok Selatan. Hal ini di tandai dengan adanya zona bening yang dihasilkan bakteri tersebut berbahan medium xilan. Bakteri NG2 bersifat gram negative, berspora dan berbentuk batang. Kondisi pertumbuhan bakteri NG2 diperoleh yaitu pH awal medium 7.0, dengan suhu 60°C dan lama inkubasi 60 jam dan menghasilkan aktifitas spesifik 59.45 U/mg (Saputra, 2011).

Bakteri termofilik yaitu bakteri yang tumbuh dengan baik pada suhu setinggi 55° sampai 65°C, meskipun bakteri ini juga dapat berbiak pada suhu lebih rendah atau lebih tinggi daripada itu, yaitu dengan batas-batas 40°C sampai 80°C. Golongan ini terutama terdapat di dalam sumber air panas dan tempat-tempat lain yang bersuhu lebih tinggi dari 55°C. Bakteri termofilik mampu hidup secara optimal dengan struktur protein enzim yang tetap stabil atau tidak terdenaturasi oleh panas. Mikroorganisme ini tidak hanya bersifat toleran terhadap suhu lingkungannya yang bersifat ekstrim tetapi juga mampu untuk bertahan

hidup dan berkembang biak pada suhu yang ekstrim, serta menghasilkan enzim yang termostabil.

Enzim termostabil adalah enzim yang stabil dan mempunyai aktifitas yang tinggi pada suhu tinggi (di atas 45°C). Salah satu sumber enzim termostabil adalah mikroorganisme termofilik. Enzim ini telah dijadikan sebagai perhatian besar dalam industri, karena mempunyai karakteristik yang spesial, seperti mempunyai stabilitas yang tinggi pada suhu yang tinggi dan perubahan pH. Enzim xilanase bisa mengubah bahan xilan penyusun hemiselulosa menjadi xilosa yang dapat langsung diserap oleh sistem pencernaan ternak monogastrik. Xilanase dapat menurunkan viskositas digesta dengan cara menghidrolisis arabinoxilan menjadi arabinosa dan xilosa, sehingga mudah dimanfaatkan oleh unggas ( Chot, 1997).

Fungsi enzim xilanase dalam industri adalah beraneka ragam, bahkan kebutuhan akan enzim xilanase pada tahun terakhir ini mengalami peningkatan terutama untuk kebutuhan dalam proses *bleaching* pada pulp (Richana, 2002). Enzim xilanase juga telah banyak digunakan dalam bidang pangan diantaranya untuk modifikasi produk *baking*, produksi pemanis rendah kalori, pencerah warna jus, *wine* dan ekstraksi minyak tanaman.

Dalam dunia peternakan, enzim xilanase ini dapat diaplikasikan kepada bahan pakan ternak yang mengandung xilan tinggi seperti kulit kedelai, tongkol jagung, bagasse tebu, dan jerami padi. Penambahan enzim ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti adanya antinutrisi pada bahan pakan, rendahnya efisiensi pencernaan bahan pakan, dan ketidaktersediaan enzim tertentu dalam tubuh ternak. Menurut Bedford dan Classen (1992) campuran pakan ayam broiler dengan enzim

xilanase yang berasal dari *T. longibrachiatum* mampu mengurangi viskositas pencernaan, sehingga meningkatkan pertambahan bobot badan dan efisiensi konversi ransum.

Xilanase yang dihasilkan oleh bakteri umumnya memiliki karakteristik pH optimum dan suhu optimum yang lebih beragam. *Bacillus sp.* 41M-1 menghasilkan xilanase dalam kondisi alkalofilik, xilanase yang dihasilkan memiliki pH optimum 9, suhu optimum 50°C (Nakamura *et al.*, 1993). Dung *et al.* (1993) melakukan penelitian  $\beta$ -1,4-xilanase 2 dan 3 dari *Aeromonas Caviae* W-61. pH optimum dari xilanase tersebut masing-masing adalah 5.5 ( $\beta$ -1,4- xilanase 2) dan 5.0 ( $\beta$ -1,4-xilanase 3), sedangkan suhu optimumnya adalah 45°C ( $\beta$ -1,4-xilanase 2) dan 50°C ( $\beta$ -1,4-xilanase 3). Ruiz-Arribas *et al.* (1995) telah mendapatkan *Streptomyces halstedii* JM8 penghasil xilanase (xys I) yang diisolasi dari jerami, xilanase yang dihasilkan memiliki pH optimum sekitar 6 dan suhu optimum 60°C.

Berdasarkan uraian diatas, maka dilakukan penelitian yang berjudul **“Karakterisasi Xilanase Termofilik bakteri NG2 dari Solok Selatan”**

## **1.2 Rumusan Masalah**

- 1) Berapakah Suhu dan pH Optimum yang dibutuhkan xilanase yang dihasilkan oleh bakteri NG2?
- 2) Berapakah Suhu dan pH Stabilitas xilanase yang dihasilkan oleh bakteri NG2?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan Penelitian yang dilakukan yaitu:

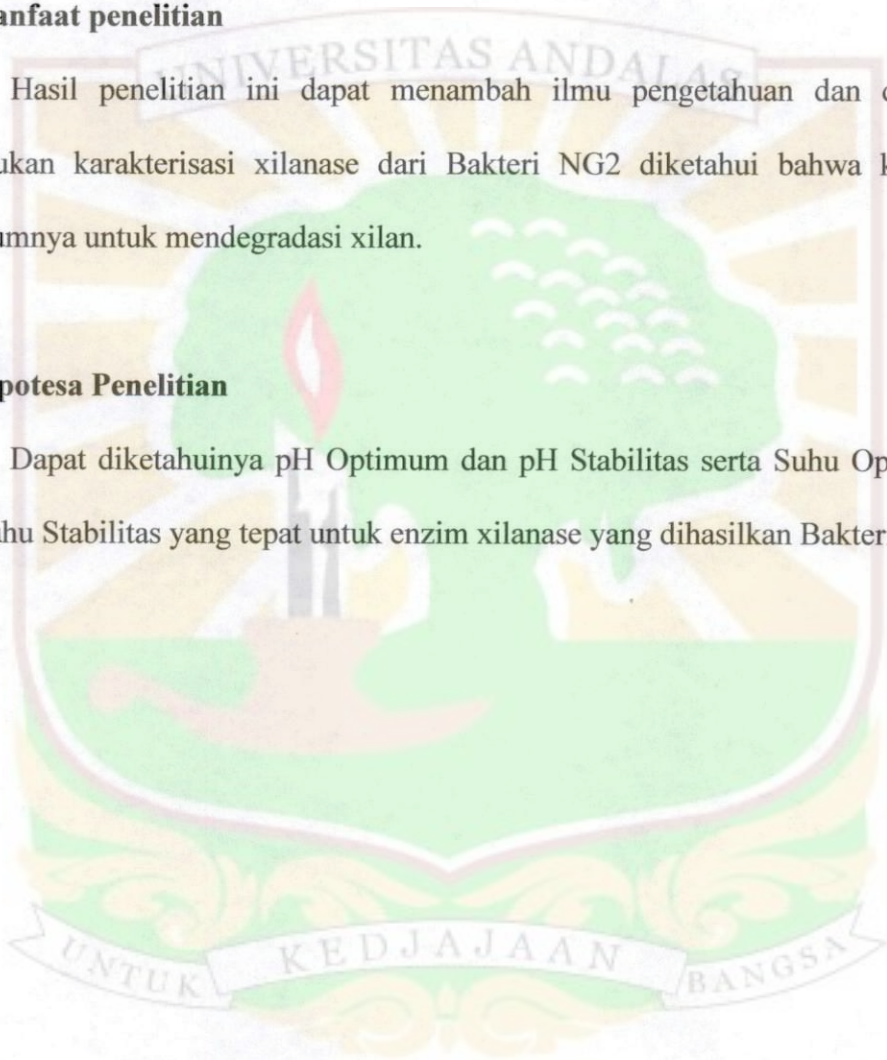
- 1) Mengetahui pH Optimum dan pH Stabilitas enzim xilanase
- 2) Mengetahui Suhu Optimum dan Suhu Stabilitas enzim xilanase

### **1.4 Manfaat penelitian**

Hasil penelitian ini dapat menambah ilmu pengetahuan dan dengan melakukan karakterisasi xilanase dari Bakteri NG2 diketahui bahwa kondisi optimumnya untuk mendegradasi xilan.

### **1.5 Hipotesa Penelitian**

Dapat diketahuinya pH Optimum dan pH Stabilitas serta Suhu Optimum dan Suhu Stabilitas yang tepat untuk enzim xilanase yang dihasilkan Bakteri NG2.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Karakteristik Xilanase

#### 2.1.1. pH Optimum

Menurut Williamson & Fieser (1992) enzim memiliki konstanta disosiasi pada gugus asam ataupun gugus basa terutama pada residu terminal karboksil dan asam aminonya. Selanjutnya dijelaskan bahwa dalam suatu reaksi kimia, pH untuk suatu enzim tidak boleh terlalu asam maupun terlalu basa karena akan menurunkan kecepatan reaksi dengan terjadinya denaturasi. Sebenarnya enzim juga memiliki pH optimum tertentu, pada umumnya sekitar 4.5– 8 dan pada kisaran pH tersebut enzim mempunyai kestabilan yang tinggi.

Gaman & Sherrington (1994) menyatakan bahwa pH optimal enzim adalah sekitar pH 7 (netral) dan jika medium menjadi sangat asam atau sangat alkalis enzim mengalami inaktivasi. Selanjutnya dijelaskan lagi bahwa beberapa enzim hanya beroperasi dalam keadaan asam atau alkalis sebagai contoh: pepsin, enzim yang dikeluarkan ke lambung, hanya dapat berfungsi dalam kondisi asam, dengan pH optimal 2

Tranggono & Sutardi (1990) mengatakan Enzim hanya aktif pada kisaran pH yang sempit. Oleh karena itu media harus benar-benar dipelihara dengan menggunakan buffer (larutan penyangga). Selanjutnya dijelaskan bahwa jika enzim memiliki lebih dari satu substrat, maka pH optimumnya akan berbeda pada suatu substrat . Tiap enzim memiliki karakteristik pH optimal dan aktif dalam range pH yang relatif kecil, dalam banyak kasus, bentuk kurva menandakan dari keaktifan enzim berbanding pH yang terkandung di dalamnya.

Menurut Setyawati (2006) kondisi pH optimum dibutuhkan oleh enzim untuk mengaktifkan seluruh enzim yang mengikat substrat dan mengubahnya menjadi produk. Adams & Kelly (1995) menyatakan bahwa pada pH yang sangat tinggi atau sangat rendah dan pengaruh keadaan muatan listrik substrat atau enzim, akan mempengaruhi aktifitas enzim, oleh karena itu setiap percobaan enzim diperlukan buffer untuk mengontrol pH reaksi. Selanjutnya dijelaskan bahwa pH optimum suatu enzim tidak harus sama dengan pH lingkungan normalnya. Organisme yang tumbuh pada pH ekstrim akan menjaga lingkungan intraseluler mendekati pH normal tetapi mampu memproduksi enzim ekstraseluler yang bekerja pada lingkungan asam atau alkali.

Richana (2008) melakukan penelitian dengan menggunakan bakteri dari *Bacillus pumilus*. Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa pH optimum xilanase dari bakteri ini adalah pH 9. Aktivitas xilanase meningkat dengan meningkatnya sampai pH 9, kemudian pada pH yang lebih tinggi aktivitasnya menurun. Aktivitas xilanase pada pH 5 adalah 36,54 U/ml, 66,84 U/ml pada pH 6, dan 108,25 U/ml pada pH 9, kemudian aktivitas xilanase mengalami penurunan yang tajam. Hasil ini hampir sama dengan hasil penelitian Nakamura *et al.* (1994), pada xilanase dari isolat *Bacillus* sp. TAR-I alkalofilik dan termofilik yang memperlihatkan aktivitas xilanase pada kisaran pH 5-9.5 dan optimum pada pH 9. Semua xilanase dari bakteri alkalofilik menunjukkan aktivitas dekat titik pH netral, meskipun aktivitas tertinggi di daerah basa. Nakamura *et al.*, (1994), pada xilanase dari isolat *Bacillus* sp. TAR-I alkalofilik dan termofilik yang memperlihatkan aktivitas xilanase pada kisaran pH 5 – 9.5 dan optimum pada pH 9. Semua xilanase dari bakteri alkalofilik menunjukkan aktivitas dekat titik pH

netral, meskipun aktivitas tertinggi di daerah basa. Berikut tabel pH optimum xilanase yang dihasilkan oleh beberapa mikroorganisme.

Tabel 1. pH optimum xilanase yang dihasilkan oleh beberapa mikroorganisme.

| No | Mikroorganisme                                      | pH Optimum Xilanase | Peneliti                                   |
|----|---|---------------------|--|
| 1  | <i>Actinomadura</i> sp.S14                          | 6.0                 | Sriyapai <i>et al.</i> , 2011              |
| 2  | <i>Aeromonas caviaee</i> W-61 (Xylanase 2)          | 5.5                 | Dung <i>et al.</i> , <i>Aeromonas</i> 1993 |
| 3  | <i>Bacillus</i> sp. (Xyl A)                         | 9.0                 | Gessesse, A.,1998                          |
| 4  | <i>Bacillus</i> sp. Strain K-1                      | 5.5                 | Ratanakhanokchai, <i>et al.</i> , 1998     |
| 5  | <i>Bacillus halorudans</i>                          | 9.0                 | Mamo <i>et al.</i> , 2009                  |
| 6  | <i>Streptomyces</i> sp. Strain Ib 24D               | 6.0-7.0             | Rawashdeh, <i>et al.</i> , 2005            |
| 7  | <i>Streptomyces actuosus</i> A-151 (xilanase FII-B) | 4.0                 | Wang <i>et al.</i> , 2003                  |

### 2.1.2. pH stabilitas

Nath dan Rao (2001) menyatakan bahwa kestabilan enzim terhadap kondisi pH adalah kemampuan enzim menjaga konformasinya, sehingga mampu mempertahankan aktivitasnya pada kondisi tertentu. Selanjutnya dijelaskan bahwa stabilitas dan aktivitas suatu protein dipengaruhi oleh keadaan lingkungan mikro protein dan distribusi asam amino bermuatan pada permukaan protein.

Menurut Chaplin dan Bucke (1990) enzim adalah molekul ampoter yang mengandung sejumlah asam dan golongan dasar terutama pada sisi permukaan. Selanjutnya dijelaskan bahwa kondisi golongan ini akan berubah-ubah tergantung pada konstanta disosiasi asam dengan pH lingkungannya, hal ini akan mempengaruhi keadaan total enzim dan beban distribusi pada permukaan luar dengan penambahan reaktif dari golongan aktif pengkatalis. Efek ini sangat

penting pada sisi aktifnya, perubahan yang terjadi pada kondisi pH mempengaruhi aktivitas, daya larut dan stabilitas enzim.

Widhyastuti (2007) menyatakan bahwa xilanase pada *Streptomyces* sp. SKK1-8 menunjukkan stabilitas yang bervariasi dalam jenis bufer yang berbeda. Xilanase masih mempertahankan 100% aktivitasnya pada pH 4.0-5.0 dalam bufer asetat, pada pH 6.0 dalam bufer fosfat dan pada pH 7.5 dalam bufer Tris-HCl. Selanjutnya dijelaskan bahwa tampaknya jenis bufer dan pH bufer berpengaruh terhadap aktivitas dan stabilitas xilanase.

Muawanah (2006) menyatakan bahwa suatu reaksi enzimatik dipengaruhi oleh pH sehingga diperlukan buffer untuk mengontrol pH reaksi. Selanjutnya dijelaskan bahwa stabilitas enzim xilanase *Thermomyces lanuginosus* IFO 150 akibat perubahan pH adalah kurang stabil pada pH 2-4 (aktivitas relatif xilanase 40%) dan lebih stabil pada kisaran pH 6-11. Aktivitas relatif xilanase pada pH 5 adalah sebesar 90%, peningkatan aktivitas sampai pada pH 6.5 dan akhirnya menurun aktivitasnya sampai aktivitas relatif 87% pada pH 11.

Penelitian sebelumnya oleh Alam *et al.* (1994) menyatakan bahwa enzim xilanase dari *Thermoascus aurantiacus* memiliki enzim stabil pada pH 5-11. Dibandingkan dengan enzim xilanase lain, kelebihan enzim xilanase *Thermomyces lanuginosus* IFO 150 yang diperoleh dari penelitian ini adalah memiliki kestabilan terhadap perubahan pH pada daerah pH basa atau alkali hal ini dapat meningkatkan penggunaan enzim xilanase pada proses pemutihan pulp yang memiliki kondisi alkali (Haltrich *et al.* 1996). Berikut tabel pH stabilitas xilanase yang dihasilkan oleh beberapa mikroorganisme.



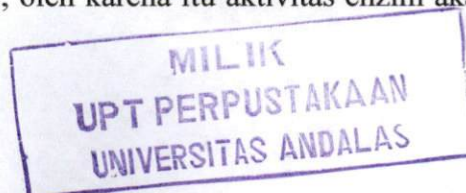
Tabel 2. pH stabilitas xilanase yang dihasilkan oleh beberapa mikroorganisme.

| No | Mikroorganisme                      | pH Stabilitas Xilanase | Peneliti                               |
|----|-------------------------------------|------------------------|--|
| 1  | <i>Actinomadura</i> sp.S14          | 5-11                   | Sriyapai <i>et al.</i> , 2011          |
| 2  | <i>Aspergillus nidulans</i>         | 4-9                    | Taneja <i>et al.</i> , 2002            |
| 3  | <i>Bacillus halorudans</i>          | 5-10                   | Mamo <i>et al.</i> , 2009              |
| 4  | <i>Bacillus</i> sp. Strain K-1      | 5-9                    | Ratanakhanokchai, <i>et al.</i> , 1998 |
| 5  | <i>Bacillus pumilus</i><br>RXA-III5 | 8-9                    | Richana <i>et al.</i> , 2008           |
| 6  | <i>Paenibacillus</i> sp. 2s-6       | 5-8                    | Ko <i>et al.</i> , 2011                |

### 2.1.3. Suhu Optimum

Menurut Yu *et al.*, (1987) reaksi katalisis enzim seperti halnya reaksi kimia yang dipengaruhi oleh suhu, jika suhu meningkat maka laju reaksi juga akan meningkat akan tetapi karena enzim adalah protein, maka semakin tinggi suhu akan mengakibatkan proses inaktivasi. Selanjutnya dijelaskan bahwa dengan naiknya suhu, semua kekuatan tersebut menurun dan molekul protein enzim akan terbuka, karena pada pusat aktif enzim selalu terdiri dari beberapa residu asam amino yang terdapat dalam struktur tiga dimensi protein enzim, maka pembukaan rantai molekul protein menyebabkan kerusakan pusat yang aktif sehingga enzim menjadi inaktif.

Menurut Palmer (1991) peningkatan suhu akan menyebabkan peningkatan energi kinetik enzim yang mengakibatkan gerakan vibrasi, translasi, serta rotasi enzim dan substrat akan semakin besar sehingga peluang keduanya untuk bertumbukkan akan semakin besar, oleh karena itu aktivitas enzim akan semakin



meningkat sampai pada suhu optimum enzim. Selanjutnya dijelaskan lagi bahwa setelah suhu optimum terlewati, aktivitas enzim akan menurun drastis hal ini dikarenakan peningkatan suhu dalam batas tertentu akan menyebabkan peningkatan aktivitas katalitik enzim namun sekaligus mengakibatkan terjadinya proses kerusakan enzim akibat panas.

Volk dan Wheeler (1993) laju reaksi enzim meningkat sampai suhu optimum kemudian berkurang sampai suhu maksimum tercapai, aktifitas enzim menurun pada suhu diatas optimum biasanya disebabkan oleh kerusakan enzim. Selanjutnya dijelaskan bahwa kebanyakan enzim mempunyai aktivitas optimum pada suhu antara 30 dan 40°C.

Gaman & Sherrington (1994) mengatakan bahwa pada suhu 100°C semua enzim rusak. Pada suhu yang sangat rendah, enzim tidak benar-benar rusak tetapi aktivitasnya sangat banyak berkurang. Enzim memiliki suhu optimum yaitu sekitar 18°C-23°C atau maksimal 40°C karena pada suhu 45°C enzim akan terdenaturasi karena merupakan salah satu bentuk protein. (Tranggono & Setiadji, 1989). Suhu yang tinggi akan menaikkan aktivitas enzim namun sebaliknya juga akan mendenaturasi enzim (Martoharsono, 1994).

Menurut Sunna dan Antranikian (1997) xilanase dari *Bacillus* sp. mempunyai kisaran suhu optimum antara 50-70°C. Sedangkan Kulkarni *et al.* (1995) membuktikan bahwa xilanase dari *Bacillus* sp. NCIM 59 mempunyai suhu optimum 60°C. Berikut tabel suhu optimum xilanase yang dihasilkan oleh beberapa mikroorganisme.

Tabel 3. Suhu optimum xilanase yang dihasilkan oleh beberapa mikroorganisme.

| No | Mikroorganisme                                      | Suhu Optimum Xilanase (°C) | Peneliti                                   |
|----|---|----------------------------|--|
| 1  | <i>Aeromonas caviae</i> W-61 (Xylanase 2)           | 45                         | Dung <i>et al.</i> , <i>Aeromonas</i> 1993 |
| 2  | <i>Bacillus sp.</i> (Xyl A)                         | 60                         | Gessesse, A., 1998                         |
| 3  | <i>Bacillus sp.</i> Strain 41M-1                    | 50                         | Nakamura, <i>et al.</i> , 1993             |
| 4  | <i>Bacillus sp.</i> Strain K-1                      | 60                         | Ratanakhanokchai, <i>et al.</i> , 1998     |
| 5  | <i>Pseudomonas sp.</i> WLUN024                      | 50                         | Xu, <i>et al.</i> , 2005                   |
| 6  | <i>Streptomyces sp.</i> Strain lb 24D               | 60                         | Rawashdeh, <i>et al.</i> , 2005            |
| 7  | <i>Streptomyces actuosus</i> A-151 (xilanase FII-B) | 60                         | Wang <i>et al.</i> , 2003                  |

#### 2.1.4. Suhu Stabilitas

Menurut Muawanah (2006) sifat stabilitas terhadap perubahan suhu menunjukkan bahwa enzim xilanase dari *Thermomyces lanuginosus* IFO 150 termasuk termostabil. Selanjutnya dijelaskan bahwa salah satu penyebab sifat termostabilitas enzim tersebut adalah kemampuan mempertahankan diri dari denaturasi protein oleh pengaruh panas. Uji termostabilitas dilakukan untuk mengetahui sejauh mana aktivitas enzim xilanase tetap stabil pada pemanasan, mengingat enzim merupakan protein yang mengalami kerusakan akibat denaturasi termal.

Winarno (1983) mengatakan bahwa apabila pemanasan enzim diperpanjang, maka kestabilan enzim akan menurun dan laju inaktivasi enzim akan meningkat. Richana *et al.*, (2008) menyatakan bahwa xilanase stabil pada suhu 50°C dengan inkubasi 15 menit. Hal ini ditunjukkan dengan tingginya

aktivitas sisa xilanase yang mencapai 87,04% setelah diinkubasi 50°C selama 15 menit. Hasil penelitian ini hampir sama dengan penelitian Kulkarni *et al.* (1995) yang menunjukkan xilanase alkalofilik termofilik dari *Bacillus* sp. NCIM 59 stabil pada suhu 50°C selama 24 jam. Menurut hasil penelitian Dhillon dan Khanna (2000) xilanase dari *B. circulans* AB16 stabil pada 60°C. Demikian juga hasil penelitian Ratanakhanokchai *et al.* (1998), yaitu xilanase dari *Bacillus* sp. strain K-1 stabil pada suhu 50°C, tetapi pada suhu 60°C, sisa aktivitas masih mencapai 90%. Hasil lain dari *B. Thermophilus* T-6 stabil pada suhu 70°C selama 10 menit. Berikut tabel suhu stabilitas xilanase yang dihasilkan oleh beberapa mikroorganisme.

Tabel 4. Suhu stabilitas xilanase yang dihasilkan oleh beberapa mikroorganisme.

| No | Mikroorganisme                | Suhu stabilitas xilanase (°c) | Peneliti                      |
|----|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1  | <i>Actinomadura</i> sp.S14    | 80°C (60 menit)               | Sriyapai <i>et al.</i> , 2011 |
| 2  | <i>Bacillus halorudans</i>    | 60 (4 jam)                    | Mamo <i>et al.</i> , 2009     |
| 3  | <i>Laetiporus sulphureus</i>  | 60-70°C (4 jam)               | Lee <i>et al.</i> , 2009      |
| 4  | <i>Paenibacillus</i> sp. 2s-6 | 55°C (4 jam)                  | Ko <i>et al.</i> , 2011       |
| 5  | <i>Termococcus zilligii</i>   | 100 °C (8 menit)              | Uhl and Daniel,1995           |

### III. MATERI DAN METODE PENELITIAN

#### 3.1. Materi Penelitian

##### 3.1.1. Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah bakteri Sumber Air panas dari Kabupaten Solok Selatan (NG2) yang diperoleh pada penelitian sebelumnya (Saputra, 2011). Sumber karbon ( bagasse tebu) dan nitrogen (urea ), nutrient agar (NA), *nutrient broth* (NB), aquadest, alkohol, *reagen nelson A*, *reagen nelson B*, *reagen phostmolibdat* , buffer fosphat, buffer asetat, buffer tris-Hcl, xilan, NaOH , ammonium klorida, TE.

##### 3.1.2. Alat

Alat yang digunakan adalah botol universal , termometer, pH meter, jarum oase, batang pengaduk, autoclave, inkubator, lemari es, aluminium foil, gelas piala, shaker water bath, spektrofotometer, erlemeyer, tabung reaksi, timbangan analitik, bunsen,kompur listrik, gelas ukur, cawan petridish, hoki stik, micro pipet, sendok, tip kuning dan tip biru.

#### 3.2. Metoda Penelitian

Penelitian ini menggunakan metoda eksperimen dilaboratorium, yaitu menggunakan metoda deskriptif.



### 3.3. Prosedur Penelitian

#### 3.3.1. Produksi Enzim Xilanase Dari Bakteri NG2

Produksi enzim xilanase menggunakan sumber karbon bagasse tebu dengan konsentrasi 4% (Santi, 2012) dan sumber nitrogen urea dengan konsentrasi 2.5% (Rahmani, 2012). Untuk media produksi enzim xilanase 500 ml dibutuhkan substrat sumber karbon bagasse tebu (20 gram), sumber nitrogen urea (12.5 gram),  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  (7.5 gram), ammonium chloride (2.5 gram), TE (5.85 ml), semua bahan dilarutkan dalam 500 ml aquades, dengan pH 7, kemudian di autoclave selama 15 menit, kemudian media didinginkan dan ditambahkan bakteri NG2 sebanyak 1% dari media produksi (5 ml), kegiatan ini dilakukan dalam laminar flow pada suhu kamar. Kemudian diinkubasi pada suhu 60°C selama 60 jam pada *shaker water bath* dengan kecepatan 150 rpm (Saputra, 2011). Selanjutnya medium produksi dimasukkan kedalam tabung centrifuge dan diputar selama 20 menit dengan kecepatan 6000 rpm, untuk mendapatkan ekstrak kasar enzim xilanase.

Untuk penentuan kandungan protein, enzim xilanase diambil sebanyak 100 mikrolet (1 tip kuning) dan masukkan kedalam tabung reaksi, lalu ditambahkan Bradford reagen sebanyak 1 ml kedalam tabung reaksi tersebut. Kemudian amati perubahan warna yang dibaca dengan panjang gelombang 595 nm (Bradford, 1976). Dilakukan empat kali ulangan.

### **3.3.2. Karakterisasi Enzim**

Pada tahap ini dilakukan karakterisasi enzim xilanase yang meliputi:

#### **1. pH Optimum**

Ditentukan dengan menguji aktivitas enzim dengan menggunakan buffer asetat (3.5-5), fosfat (5.5-7) dan tris-Hcl (7.5-8), pada pH berbeda yaitu 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5, 6, 6.5, 7, 7.5 dan 8 dengan menggunakan metode Nelson (Nelson, 1944).

#### **2. pH Stabilitas**

Ditentukan dengan menginkubasi enzim dengan menggunakan buffer asetat (3.5-5), fosfat (5.5-7) dan tris-Hcl (7.5-8), pada pH yang berbeda yaitu 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5, 6, 6.5, 7, 7.5 dan 8 selama 20 jam pada suhu 4°C lalu diuji sisa aktifitasnya pada temperatur dan pH optimal berdasarkan metode Nelson (Nelson, 1944).

#### **3. Suhu Optimum**

Ditentukan dengan menguji aktivitas enzim xilanase dengan pH terbaik dari pengukuran pH optimum sebelumnya, dan diinkubasi dengan salah satu bufferr sesuai dengan pH optimum yang diperoleh, pada suhu berbeda yaitu (50, 60, 70, 80, 90 dan 95°C) selama 5 menit. Dilakukan 4 kali ulangan berdasarkan metode Nelson (Nelson, 1944).

#### **4. Suhu Stabilitas**

Ditentukan dengan menginkubasi enzim menggunakan salah satu buffer sesuai dengan pH optimum yang diperoleh, pada temperatur yang berbeda yaitu

50, 60, 70, 80, 90, dan 95 °C lalu diukur aktifitasnya. Dilakukan 4 kali ulangan berdasarkan metode Nelson (Nelson, 1944).

### 3.4. Parameter yang Diamati

#### 3.4.1. Aktivitas Enzim Xilanase

Aktivitas enzim xilanase dideterminasi lewat metode Nelson dengan menggunakan xilan sebagai substrat ( Nelson, 1944). Supernatan dari kultur enzim xilanase kasar digunakan sebagai sampel enzim. Aktivitas enzim xilanase dihitung berdasarkan data kadar xilosa relatif sebagai mg xilosa yang dihasilkan oleh 1 ml filtrat kasar xilanase. Satu Unit aktifitas enzim didefenisikan sebagai banyaknya  $\mu\text{g}$  xilosa yang dihasilkan dari hidrolisa pati oleh 1 ml ekstrak kasar enzim xilanase selama masa inkubasi.

Untuk melihat besarnya satu unit aktifitas enzim tersebut digunakan rumus :

$$AE = \frac{MX \times 1000}{BM_x \times MI}$$

Keterangan :

AE = Aktifitas enzim ( Unit/mL filtrat enzim).

MX = Mikrogram xilosa yang dihasilkan dari reaksi hidrolisa xilan

BM<sub>x</sub> = Berat Molekul xilosa = 150

MI = Masa Inkubasi = 30 menit

Dimana :

Substrat sebanyak 1 ml dicampur dengan 1 ml enzim xilanase, di fortage selama beberapa detik. Kemudian diinkubasi selama 20 sampai 30 menit, ambil supernatan. Setelah itu masukkan 1 ml Reagen Nelson A dan Reagen Nelson B



lalu panaskan di air mendidih selama 20 menit, kemudian dinginkan dengan suhu kamar. Masukkan 1 ml Reagen Phostmolibdat, tambahkan aquadest 7 ml, baca dengan panjang gelombang 600 nm.

### 3.4.2. Kandungan Xilosa

Untuk melihat seberapa besar kandungan xilosa serta besarnya satu unit aktifitas enzim tersebut, digunakan rumus :

$$Y = 0,6537 x - 0,0665$$

Keterangan:

Y = nilai absorbansi yang dihasilkan

X = kandungan xilosa.

### 3.4.3. Pengukuran Aktivitas Spesifik Enzim Xilanase

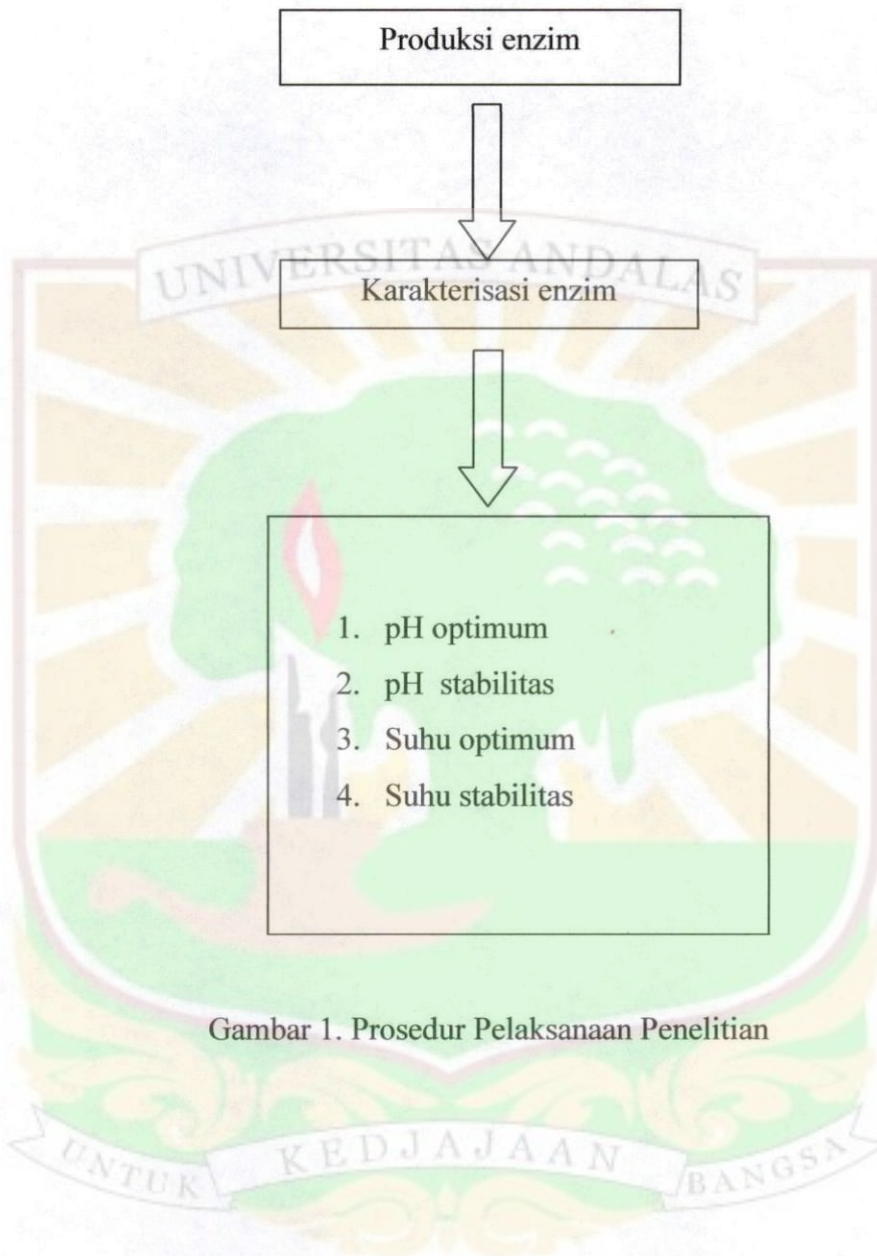
$$AS \text{ (U/mg)} = \frac{\text{Aktifitas Enzim (Unit/ml)}}{\text{Protein Enzim (mg/ml)}}$$

### 3.5. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dari bulan April 2012 sampai Mei 2012 yang bertempat di Laboratorium Teknologi Industri Pakan Fakultas Peternakan Universitas Andalas Limau Manis Padang.

Adapun bagan pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

### Prosedur Pelaksanaan Penelitian



Gambar 1. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Karakterisasi Enzim

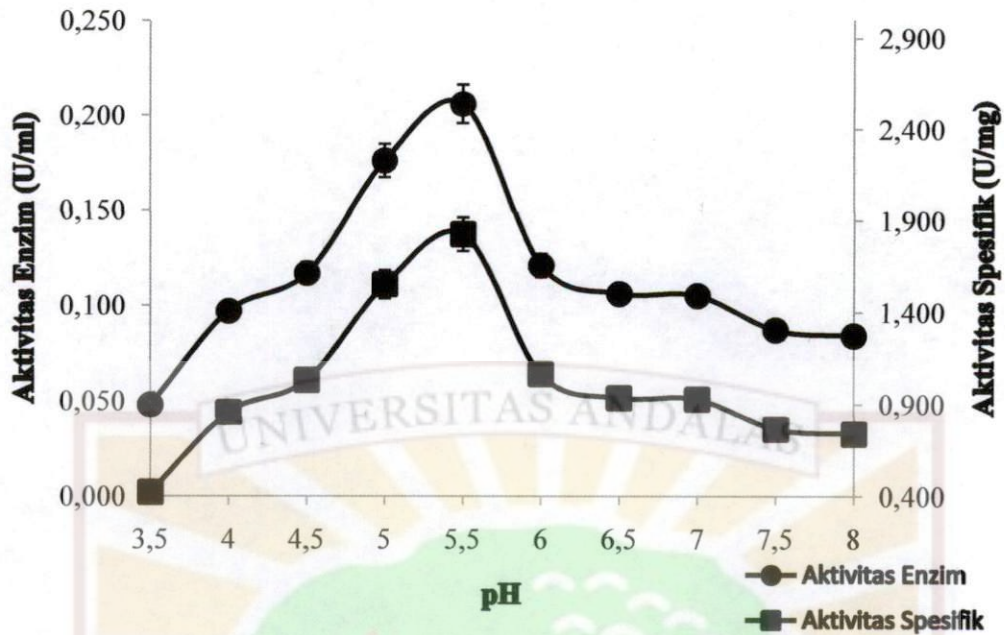
Pada tahap pertama telah didapatkan enzim kasar dari sumber karbon (bagasse tebu) dan sumber nitrogen (urea), selanjutnya enzim tersebut dilihat karakternya. Karakterisasi enzim meliputi pH optimum dan suhu optimum, pH stabilitas dan suhu stabilitas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat dari enzim yang dihasilkan. Setiap enzim yang diproduksi pada jenis substrat tertentu dan mikroorganisme tertentu akan memiliki sifat dan cara kerja yang berbeda-beda. Salah satu sifat enzim yang sangat penting adalah stabilitas. Stabilitas enzim dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya adalah waktu penyimpanan, suhu, pH dan senyawa-senyawa yang dapat meningkatkan atau menurunkan aktivitas enzim. Sedangkan berhubungan dengan cara kerja enzim maka aktivitas optimum juga sangatlah penting untuk diketahui.

#### 4.1.1. pH Optimum

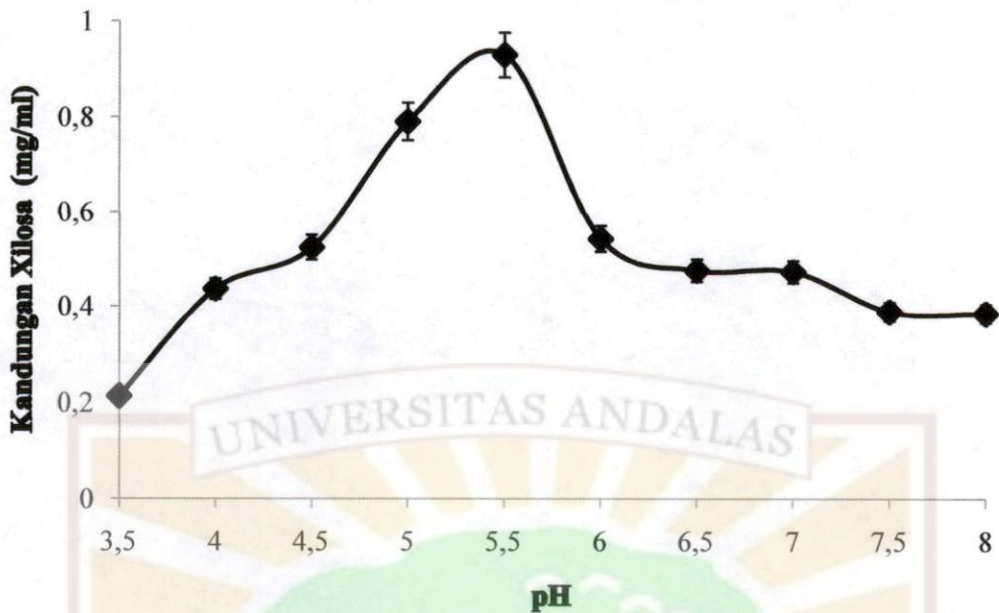
Kemampuan enzim dalam menghidrolisis substrat diamati dari berbagai pH dengan memfariasikan pH dari larutan buffer mulai dari pH 3.5-8 yaitu buffer asetat (3.5-5), buffer fosfat (5.5-7), buffer tris-Hcl (7.5-8).

Dari hasil pengamatan pengaruh berbagai pH terhadap aktivitas xilanase, dan aktifitas spesifik xilanase dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Aktivitas Xilanase dan Aktivitas Spesifik Xilanase pada Berbagai pH

Pada Gambar 2. Dapat dilihat bahwa pH optimum enzim xilanase dari bakteri NG2 adalah pH 5.5 dengan aktivitas xilanase 0,206 U/ml dan aktivitas spesifik xilanase 1,827 U/mg. Secara umum setiap enzim memiliki kisaran pH optimum, yaitu kisaran pH dimana enzim menunjukkan aktivitas maksimum dengan stabilitas tinggi. pH optimum dalam penelitian ini hampir sama dengan yang didapat Cesar (1996) yang menggunakan substrat *wheat brand* dengan jamur *Thermomyces lanuginosus* yang memperoleh kondisi optimum pada pH 5.5. Untuk mengetahui seberapa besar kandungan xilosa yang dibebaskan, dapat dilihat pada Gambar 3.



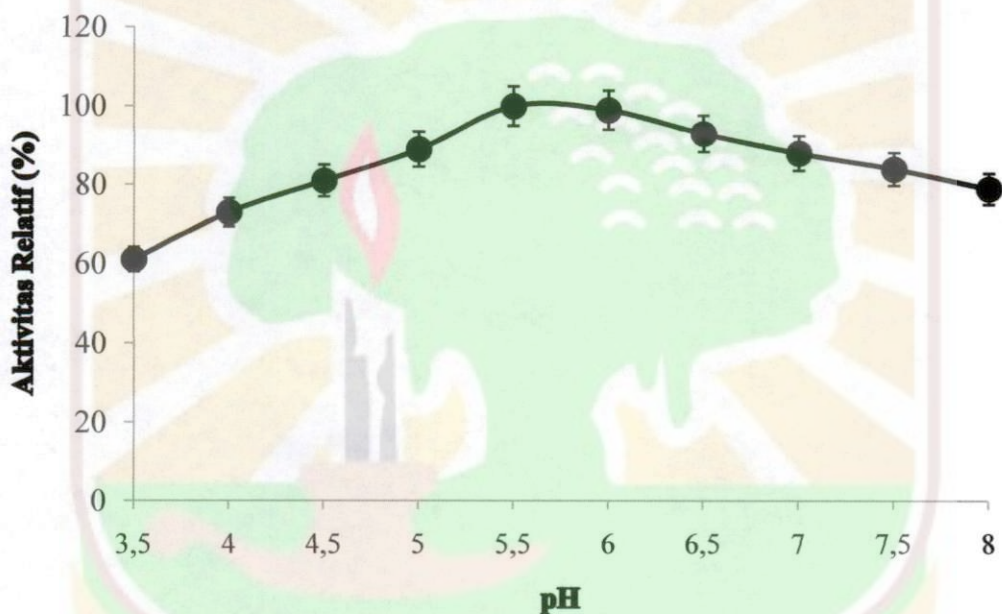
Gambar 3. Kandungan Xilosa pada Berbagai pH

Pada Gambar 3. Dapat dilihat bahwa Peningkatan dan penurunan kandungan xilosa pada enzim xilanase sebanding dengan aktivitas enzim dan aktivitas spesifik, karena kandungan xilosa mempengaruhi aktivitas enzim yang akan juga mempengaruhi aktivitas spesifik enzim xilanase. Dapat dilihat pada gambar bahwa pH optimum xilanase adalah 5.5 dengan kandungan xilosa 0,929 mg/ml. Apabila enzim sudah mencapai titik optimum dan pH tetap dinaikkan maka terjadi penurunan aktivitas sehingga produk yang dihasilkan oleh enzim juga menurun. Kondisi pH optimum dibutuhkan oleh enzim untuk mengaktifkan seluruh enzim yang mengikat substrat dan mengubahnya menjadi produk (Setyawati, 2006). Menurut Lehninger (1995) karakteristik aktivitas pH enzim menggambarkan pH pada saat gugus pemberi atau penerima proton yang penting pada sisi katalitik enzim berada dalam tingkat ionisasi yang diinginkan.

#### 4.1.2. pH Stabilitas

Penentuan pH stabilitas dilakukan dengan menginkubasi enzim terlebih dahulu selama 20 jam pada suhu 4°C dengan memfariasikan pH dan larutan buffer mulai dari pH 3.5-8 yaitu buffer asetat ( 3.5-5), buffer fospat (5.5-7), buffer tris-Hcl (7.5-8).

Dari hasil pengamatan pengaruh pH stabilitas terhadap aktivitas enzim xilanase dapat dilihat pada pada Gambar 4.



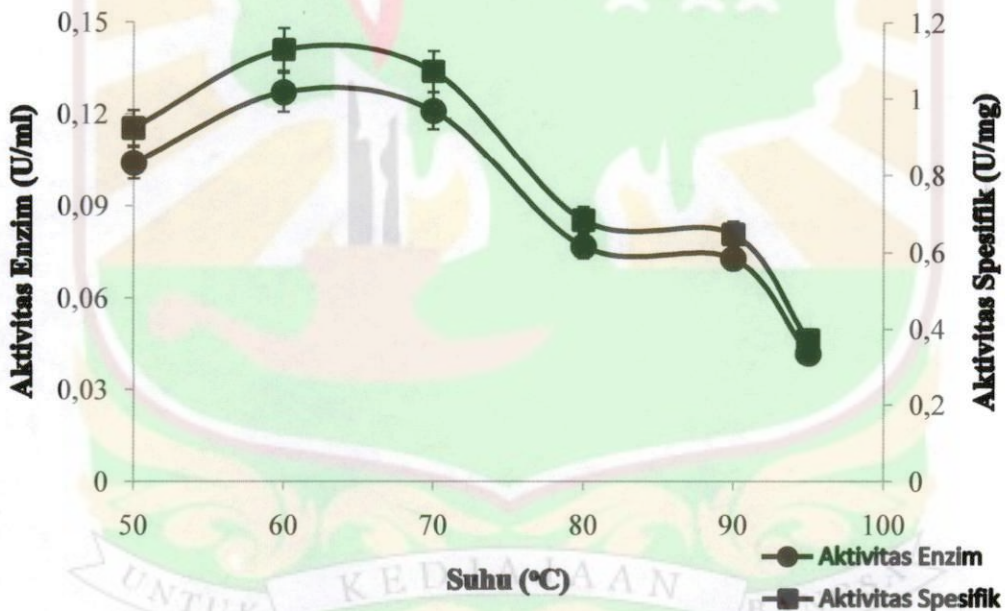
Gambar 4. pH Stabilitas Xilanase

Pada Gambar 4. Dapat dilihat bahwa pH stabilitas enzim xilanase dari bakteri NG2 adalah 5-8, dimana pada pH 3.5 sampai 4.5 aktivitas xilanase hanya 60-80%, sedangkan pada pH stabilitas 5-8 tetap bertahan antara 80 – 100%. Pada penelitian ini diperoleh bahwa pH stabilitas enzim xilanase termasuk enzim yang mempunyai jarak pH yang luas. Kisaran pH luas yang dimiliki oleh enzim-enzim tersebut disebabkan oleh adanya beberapa enzim yang bekerjasama dalam menghidrolisis xilan secara total. Hasil penelitian ini hampir sama dengan hasil

yang diperoleh oleh Ratanakhanokchai *et al.* (1998) bahwa Enzim xilanase yang diproduksi dari *Bacillus sp. Strain K-1* stabil pada kisaran pH 5-9. Dilaporkan juga bahwa pH stabilitas enzim xilanase dari substrat *wheat brand* dengan jamur *Thermomyces lanuginosus*, stabil pada pH 5–9 (Cesar 1996). Enzim xilanase yang bersifat thermostabil dilaporkan mengandung protein yang stabil dan tidak mudah terdenaturasi (Kumar dan Nussinov, 2001).

#### 4.1.3. Suhu Optimum

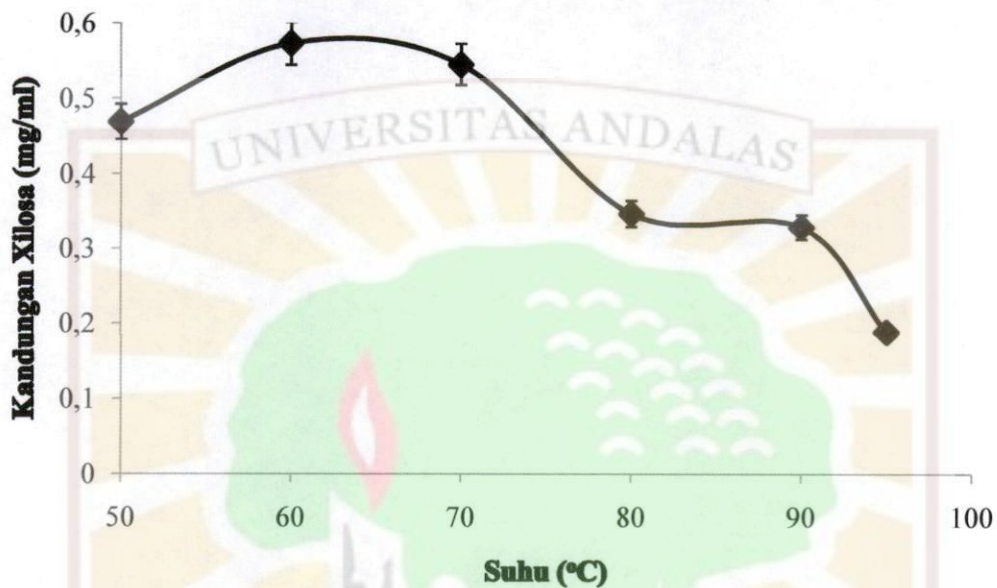
Penentuan suhu optimum dilakukan pada suhu optimum yang bervariasi. Dari hasil pengamatan pengaruh berbagai suhu terhadap aktivitas xilanase, dan aktifitas spesifik xilanase dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Aktivitas Xilanase dan Aktivitas Spesifik Xilanase pada Berbagai Suhu

Pada Gambar 5. Dilihat bahwa suhu optimum aktivitas enzim xilanase dari bakteri NG2 adalah 60 °C dengan aktivitas enzim 0,127 U/ml dan aktivitas spesifik 1,128 U/mg. Kondisi optimum dibutuhkan xilanase untuk membentuk kompleks enzim-substrat pada semua sisi aktif enzim. Dibandingkan dengan

xilanase dari mikroba lain, suhu optimum xilanase yang diperoleh pada penelitian ini masih pada kisaran suhu optimum sebagian besar xilanase dari *Bacillus* sp. Hal ini juga terlihat pada kandungan xilosa yang dapat dilihat pada Gambar 6 dengan kandungan xilosa 0,573 mg/ml.



Gambar 6. Kandungan Xilosa pada Berbagai Suhu

Pada Gambar 6. Dapat dilihat bahwa pada suhu optimum xilanase yaitu 60 °C, enzim telah habis bereaksi dengan substrat sehingga aktivitas yang diperoleh sudah maksimal. Setelah suhu 60 °C, aktivitas enzim menurun hal ini disebabkan oleh tidak adanya lagi substrat yang bereaksi dengan enzim dan waktu inkubasi masih berlanjut sehingga struktur enzim terganggu yang menyebabkan turunnya aktivitas enzim (Lehninger, 1995).

Suhu optimum enzim xilanase yang dihasilkan bakteri NG2 ini sama dengan yang didapat Kulkarni *et al.* (1995) yang meneliti xilanase yang dihasilkan *Bacillus* sp. NCIM 59 mempunyai suhu optimum 60 °C. Dilaporkan juga bahwa



xilanase dari *Bacillus* sp. mempunyai kisaran suhu optimum antara 50-70 °C (Sunna dan Antranikian 1997).

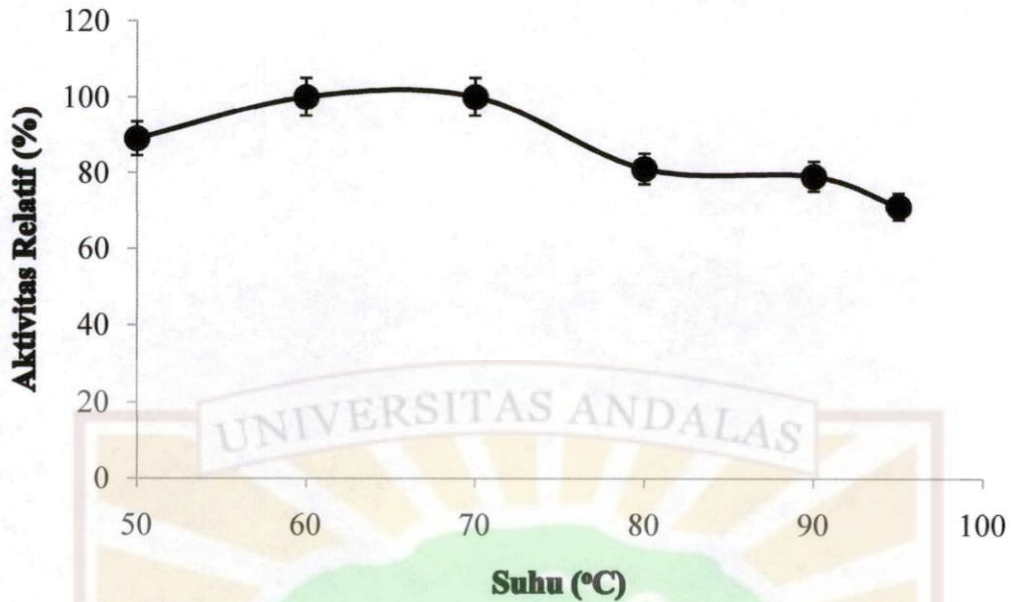
Menurut Palmer (1991), peningkatan suhu akan menyebabkan peningkatan energi kinetik enzim yang mengakibatkan gerakan vibrasi, translasi, serta rotasi enzim dan substrat akan semakin besar, sehingga peluang keduanya untuk bertumbukkan akan semakin besar. Oleh karena itu aktivitas enzim akan semakin meningkat sampai pada suhu optimum enzim. Setelah suhu optimum terlewati, aktivitas enzim akan menurun drastis. Hal ini dikarenakan peningkatan suhu dalam batas tertentu akan menyebabkan peningkatan aktivitas katalitik enzim, namun sekaligus mengakibatkan terjadinya proses kerusakan enzim akibat panas.

Kemampuan aktivitas enzim termofilik pada suhu tinggi disebabkan oleh banyaknya jembatan disulfida pada struktur protein enzim, sehingga dibutuhkan suhu tinggi untuk pengaktifannya. Sebaliknya pada enzim yang optimum pada suhu rendah, terjadi pelipatan asam amino sistein pada sisi aktif enzim akibat denaturasi protein pada saat suhu tinggi (Kulkarni *et al.* 1999).

#### **4.1.4. Suhu Stabilitas**

Penentuan suhu stabilitas dilakukan dengan menginkubasi enzim terlebih dahulu menggunakan salah satu buffer sesuai dengan pH optimum yang diperoleh.

Dari hasil pengamatan pengaruh suhu stabilitas terhadap aktivitas enzim xilanase diperoleh dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Suhu Stabilitas Xilanase

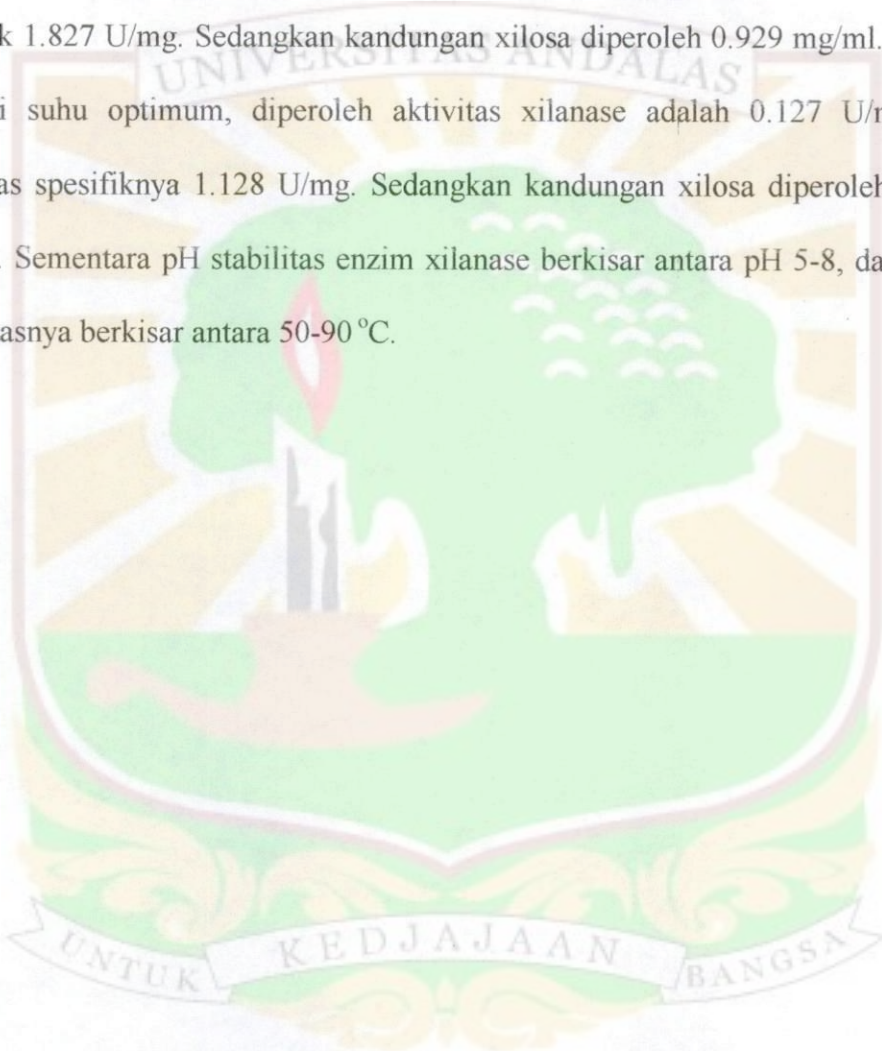
Pada Gambar 7. Dilihat suhu stabilitas enzim xilanase dari bakteri NG2 adalah 50-90 °C. Pada temperatur 50 – 90 °C aktivitas relatif xilanase berkisar antara 80 sampai 100 %, sementara pada suhu 95 °C aktivitas xilanase turun menjadi 70% . Sifat stabilitas terhadap perubahan suhu menunjukkan bahwa enzim xilanase dari Bakteri NG2 termasuk termostabil. Suhu stabilitas dalam penelitian ini hampir sama dengan yang didapat Dhillon dan Khanna (2000) dari xilanase *B. circulans* AB16 yang stabil pada 60 °C.

Pengujian stabilitas suhu bertujuan untuk mengetahui sejauh mana enzim dapat digunakan secara terus-menerus pada suhu tinggi. Semakin lama ketahanan enzim terhadap panas maka akan memberikan keuntungan dalam aplikasinya karena enzim dapat dipakai untuk proses yang memerlukan waktu lama pada suhu tinggi.

## V. KESIMPULAN

### 5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pH optimum enzim xilanase dari bakteri NG2 yaitu 5.5 sedangkan suhu optimumnya adalah 60 °C. Pada kondisi pH optimum, diperoleh aktivitas xilanase 0.206 U/ml dan aktivitas spesifik 1.827 U/mg. Sedangkan kandungan xilosa diperoleh 0.929 mg/ml. Untuk kondisi suhu optimum, diperoleh aktivitas xilanase adalah 0.127 U/ml dan aktivitas spesifiknya 1.128 U/mg. Sedangkan kandungan xilosa diperoleh 0.573 mg/ml. Sementara pH stabilitas enzim xilanase berkisar antara pH 5-8, dan suhu stabilitasnya berkisar antara 50-90 °C.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adams, M.W.W., and R.M. Kelly. 1995. Enzymes from microorganisms in extreme environments. Chemical and Engineering News (reprints).
- Alam M, Gomes I, Mohiuddin G, Hoq MM. 1994. Production and Characterization of Thermostable xylanase by *Thermoascus aurantiacus* grown on lignocelluloses. Enzym Microb. Technol. 16 : 298 – 302.
- Bedford, M. and H. L. Classen., 1992. Reduction of intestinal viscosity through manipulation of dietary rye and pentosanase concentration is affected through changes in the carbohydrate composition of the intestinal aqueous phase and results in improved growth rate and food conversion efficiency of broiler chicks. J. Nutr., 122: 560-569.
- Bradford, M. M. 1976. A rapid and sensitive for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry 72 : 248-254.
- Cesar T and Vladimir M. 1996. Purification dan properties of the xylanase produced by *Thermomyces lanuginosus*. Journal Enzyme and Microbial Technology. 19:289-296. Elsevier Science Inc.
- Chaplin MF, Bucke C. 1990. Enzyme Technology. Cambridge : Cambridge University Press.
- Chot, M. 1997. Feed Non-Polisaccharides : Chemical Structure and Nutritional Significance. Proceedings Feed Ingredients Asia .American Soybean Association. Singapore.
- Dhillon. A. and S. Khanna. 2000. Production of a thermostable alkali-tolerant xylanase from *B.circulans* AB.16 grown on wheat straw. World J. Microbiol. and Biotechnol. 27(3):325-327.
- Dung, N.V., Vetayasuporn, S., Kamio, Y., Abe, N., Kaneko, J., dan Izaki, K. 1993. Purification dan properties of  $\beta$ -1,4 xylanase 2 dan 3 from *Aeromonas caviae* W-61. Biosci. Biotech. Biochem. 57 (10):1708-1712.
- Gaman, P.M & K.B. Sherrington. (1994). Ilmu Pangan, Pengantar Ilmu Pangan, Nutrisi dan Mikrobiologi. Universitas Gadjah Mada press. Yogyakarta.
- Gessesse, A. 1998. Purification and properties of two thermostable alkaline xylanase from an alkaliphilic *Bacillus* sp. Appl. Environ. Microbiol. 64 (9) : 3533-3535.
- Haltrich D, Nidetzky B, Kulbe KD, Steiner W, Zupancic S. 1996. Production of Fungal xylanase. Biores. Technol. 58 : 137-161.

- Ko. C.H., Tsai. C.H., Tu. J., Yang. B.Y., Hsieh. D.L., Jane. W.N., Shih. T.L. 2011. Identification of *Paenibacillus* sp. 2S-6 and application of its xylanase on biobleaching. *ibiod.* 65;334-339.
- Kulkarni, N., J. Chauthaiwale, and M. Rao. 1995. Characterization of the recombinant xylanases in *Escherichia coli* from an alkaliphilic thermophilic *Bacillus* sp. NCIM 59. *J. Enz. Microb. Technol.* 17:972-976.
- Kulkarni, N. and M. Rao. 1999. Application of xylanase from alkaliphilic thermophilic *Bacillus* sp. for pulp. *J. Biotechnol.* 51:167-173.
- Kumar, S., Nussinov, R., 2001. How do thermophilic proteins deal with heat? A review. *Cell. Mol. Life Sci.* 58, 1216-1233.
- Lee. J.W., Park. J.Y., Kwon. M., Choi. I.G. 2009. Purification and characterization of a thermostable xylanase from the brown-rot fungus *Laetiporus sulphureus*. *Jbiosc.* Vol. 107. No.1;33-37.
- Lehninger. A.L., 1995. *Dasar-Dasar Biokimia*. Erlangga, Jakarta.
- Mamo. G., Kaul. R.J., Mattiasson. B. 2009. A thermostable alkaline active endo- $\beta$ -1-4-xylanase from *Bacillus halodurans* S7: Purification and characterization. *emt.* 39; 1492-1498.
- Martoharsono, S. (1994). *Biokimia jilid 1*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Muawanah, A. 2006. Produksi enzim xilanase termostabil dari *thermomyces lanuginosus* ifo 150 pada substrat bagasse tebu. Tesis pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Nakamura, S., K. Wakabayashi, R. Nakai. R. Aono, and K. Horikoshi. 1993. Purification and some properties of an alkaline xylanase from alkaliphilic *Bacillus* sp. Strain 41M1. *Appl. Environ. Microbiol.* 59(7):2311-2316.
- Nakamura, S., R. Nakai, K. Wakabayashi, Y. Ishigoro, R. Aono, and K. Horikoshi. 1994. Thermophilic alkaline xylanase from newly isolated alkaliphilic and thermophilic *Bacillus* sp. strain TAR-1. *Biosci. Biotech. Biochem.* 58(1):78-81
- Nath, D., Mala Rao. 2001. pH dependent conformational and structural changes of xylanase from an alkaliphilic thermophilic *Bacillus* sp. (NCIM 59. *Enzyme and Microbial Technology*, 28: 397-403.
- Nelson, N. 1944. A photometric adaptation of somogyi method for determination of glucose, *J. Biol. Chem.*, 153-375.
- Palmer T. 1985. *Understanding Enzyme*. Ellishorwood Publisher

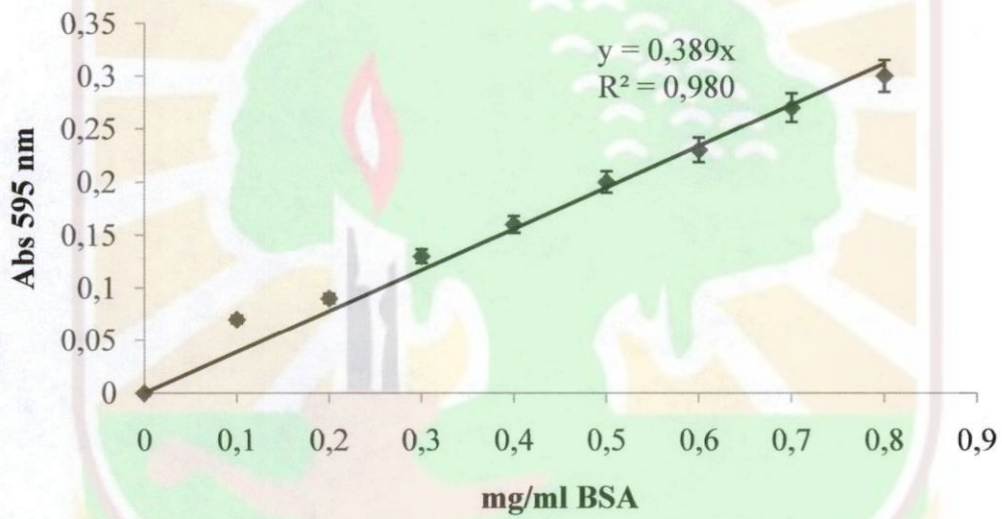
- Palmer, T. 1991. *Understanding Enzyme*, 3rd. Ellis Horwood, New York.
- Rahmani, R. Y. 2012. Pengaruh berbagai sumber nitrogen, dalam memproduksi xilanase termostabil dari bakteri NG2. Unpublished Skripsi. Fakultas Peternakan. Universitas Andalas. Padang.
- Ratanakhanokchai, K., K.L. Kyu, and M. Tanticharoen. 1998. Purification and properties of a xylan-binding edoxylanase from alkaliphilic *Bacillus* sp. strain K-1. *J. Appl. Environ. Microbiol.* 65(2):694-697.
- Rawashdesh, R., Saadoun, I., Mahasneh, A. 2005. Effect of cultural conditions on xylanase production by *Streptomyces* sp. (strain lb 24D) and its potential to utilize tomato pomace. *American J. of Biotechnol.* 4 (3) : 251-255.
- Richana, N. 2002. Produksi dan Prospek Enzim Xilanase dalam Pengembangan Bioindustri di Indonesia Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, Bogor *Buletin AgroBio* 5(1):29-36.
- Richana N, I. Tun T, N. Anwar, S. Khaswar . 2008. Isolasi Identifikasi Bakteri Penghasil Xilanase serta Karakterisasi Enzimnya. 29-31.
- Ruiz-Arribas, A., Fernandez-Abalos, J.M., Sanches, P., Gardu, A.L., dan Santamaria, R.I. 1995. Over production, purification, dan biochemical characterization of xylanase I (xys 1) from *Streptomyces halstedii* JM8. *Appl. and Environ. Microbiol.* 61(6):2414-2419.
- Santi, M. A. 2012. Pengaruh berbagai sumber karbon, dalam memproduksi xilanase termostabil dari bakteri NG2. Skripsi. Fakultas Peternakan. Universitas Andalas. Padang.
- Saputra, E. 2011. Isolasi, seleksi dan optimasi pertumbuhan bakteri xilanolitik termofilik dari sumber air panas kabupaten solok selatan. Skripsi. Fakultas Peternakan. Universitas Andalas. Padang
- Setyawati, I. 2006. Produksi dan karakterisasi xilanase mikroba yang diisolasi dari tongkol jagung. Skripsi sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Sriyapai, T., Somyoonsap. P., Matsui. K., Kawai. P., Chansiri. K. 2011. Cloning of a thermostable xylanase from *Actinomadura* sp. S14 and its expression in *Eschericia coli* and *Phicia pastoris*. *Jbiosc.* Vol. 111. No. 5; 528-536.
- Sunna, A. and G. Antranikian. 1997. Xylanolytic enzyme from fungi and bacteria. *Crit. Rev. in Biotechnol.* 17(1): 39-67.
- Sunna A, Pruwe SG, Stoffregen T, Antranikian G. 1997. Characterization of the xylanases from the new isolated thermophilic xylan degrading *Bacillus thermoleovorans* Strain K-3d and *Bacillus flavothermus* Strain LB3A *FEMS microbiol* 148:209-216.

- Taneja, K., Gupta, S., Kuhad, R.C. 2002. Properties and application of a partially purified alkaline xylanase from an alkalophilic fungus *Aspergillus nidulans* KK-99. *Bioresources Technology*. 85:39-42.
- Tranggono, B.S. (1989). *Petunjuk Laboratorium Biokimia Pangan*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Yogyakarta.
- Tranggono & Sutardi. (1990). *Biokimia dan Teknologi Pasca Panen*. Gajah Mada university Press. Yogyakarta.
- Uhl, A.M., Daniel, R.M. 1995. The first description of an archaeal hemicellulase: the xylanase from *Thermococcus zilligii* strain AN1. *Extremophiles*. 3; 263-267.
- Volk, W. A and Wheeler, M. F. 1993. *Mikrobiologi Dasar* Jilid 1 Edisi ke 5. Erlangga, Jakarta
- Wang, S., Yen, Y., Shih, I., Chang, A. C., Chang, W., Wu, W., dan Chai, Y. 2003. Production of xylanases from rice bran by *Streptomyces actuosus* A-151. *Elsevier, Enzyme and Microbial Technology*. 33 : 917-915.
- Widhyastuti, N. 2007. Purifikasi dan karakterisasi xilanase ekstraseluler *streptomyces sp.* SKKK1-8 dari Sukabumi. Tesis pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Williamson, K.L & L.F. Fieser. (1992). *Organic Experiment* 7<sup>th</sup> Edition. D C Health and Company. United States of America.
- Winarno. 1983. *Enzim Pangan*. Jakarta : Gramedia.
- Xu, Z., Bai, Y., Xu, X., Shi, J., dan Tao, W. 2005. Production of alkali-tolerant cellulase-free xylanase by *Pseudomonas sp.* WLUN024 with wheat bran as the main substrate. *W. J. of Microbiol. and Biotechnol.* 21:575-581.
- Yu EK, Tan LUL, Gahan MHK. 1987. Production of thermostable xylanase by thermophilic fungus *Thermoascus aurantiacus*. *Enzyme. Microbiol. Technol.* 9:16-24.

## LAMPIRAN

Lampiran 1. Data absorbansi kurva standar BSA menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 595 nm

| Konsentrasi BSA (mg/ml) | Bacaan Absorbansi |
|-------------------------|-------------------|
| 0.1                     | 0.07              |
| 0.2                     | 0.09              |
| 0.3                     | 0.13              |
| 0.4                     | 0.16              |
| 0.5                     | 0.20              |
| 0.6                     | 0.23              |
| 0.7                     | 0.27              |
| 0.8                     | 0.30              |





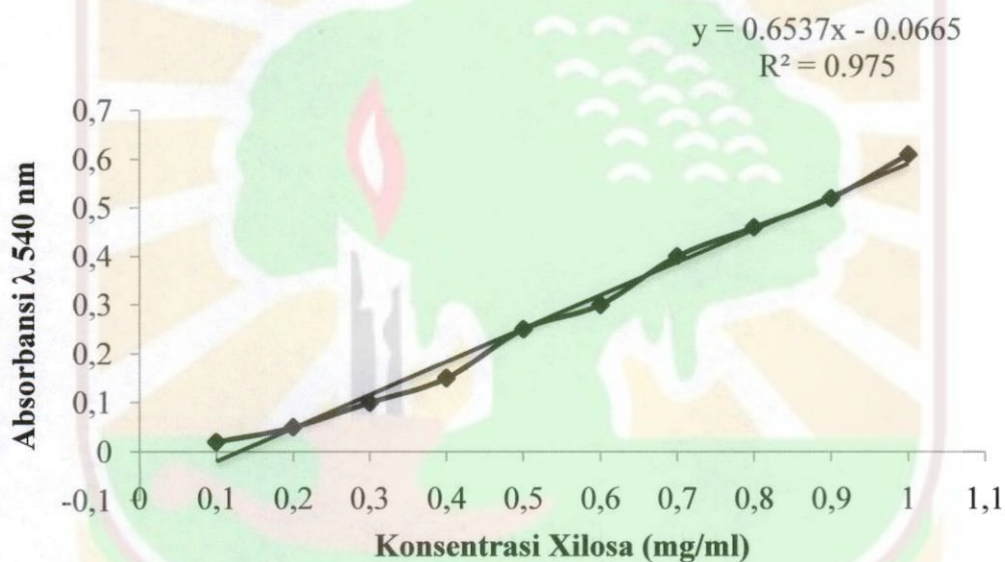
Lampiran 2. Rataan Absorbansi Protein Enzim Xilanase

| Ulangan | Absorban Protein<br>(595 nm) | Protein Enzim<br>(mg/ml) | Rataan       |
|---------|------------------------------|--------------------------|--------------|
| 1       | 0,048                        | 0,123                    |              |
| 2       | 0,048                        | 0,123                    |              |
| 3       | 0,030                        | 0,077                    | <b>0,113</b> |
| 4       | 0,050                        | 0,129                    |              |



Lampiran 3. Data absorbansi kurva standar xilosa menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm

| Konsentrasi Xilosa (mg/ml) | Bacaan Absorbansi |
|----------------------------|-------------------|
| 0.1                        | 0.02              |
| 0.2                        | 0.05              |
| 0.3                        | 0.10              |
| 0.4                        | 0.15              |
| 0.5                        | 0.25              |
| 0.6                        | 0.30              |
| 0.7                        | 0.40              |
| 0.8                        | 0.46              |
| 0.9                        | 0.52              |
| 1.0                        | 0.61              |



Lampiran 4. Data Absorbansi dan Rataan Kandungan Xilosa pada Berbagai pH Optimum

| pH Optimum | Absorbansi (600 nm) | Kandungan Xilosa (mg/ml) | Rataan |
|------------|---------------------|--------------------------|--------|
| pH 3.5     | 1                   | 0,058                    | 0,214  |
|            | 2                   | 0,088                    |        |
|            | 3                   | 0,068                    |        |
|            | 4                   | 0,080                    |        |
| pH 4       | 1                   | 0,269                    | 0,437  |
|            | 2                   | 0,258                    |        |
|            | 3                   | 0,116                    |        |
|            | 4                   | 0,234                    |        |
| pH 4.5     | 1                   | 0,245                    | 0,525  |
|            | 2                   | 0,367                    |        |
|            | 3                   | 0,333                    |        |
|            | 4                   | 0,163                    |        |
| pH 5       | 1                   | 0,560                    | 0,790  |
|            | 2                   | 0,330                    |        |
|            | 3                   | 0,462                    |        |
|            | 4                   | 0,448                    |        |
| pH 5.5     | 1                   | 0,614                    | 0,929  |
|            | 2                   | 0,450                    |        |
|            | 3                   | 0,580                    |        |
|            | 4                   | 0,518                    |        |
| pH 6       | 1                   | 0,416                    | 0,543  |
|            | 2                   | 0,229                    |        |
|            | 3                   | 0,304                    |        |
|            | 4                   | 0,204                    |        |
| pH 6.5     | 1                   | 0,280                    | 0,476  |
|            | 2                   | 0,336                    |        |
|            | 3                   | 0,152                    |        |
|            | 4                   | 0,210                    |        |
| pH 7       | 1                   | 0,218                    | 0,473  |
|            | 2                   | 0,276                    |        |
|            | 3                   | 0,254                    |        |
|            | 4                   | 0,222                    |        |
| pH 7.5     | 1                   | 0,204                    | 0,389  |
|            | 2                   | 0,128                    |        |
|            | 3                   | 0,240                    |        |
|            | 4                   | 0,180                    |        |
| pH 8       | 1                   | 0,210                    | 0,385  |
|            | 2                   | 0,102                    |        |
|            | 3                   | 0,213                    |        |
|            | 4                   | 0,215                    |        |

Lampiran 5. Rataan Aktivitas Xilanase pada Berbagai pH Optimum

| pH Optimum | Kandungan Xilosa (mg/ml) | Aktivitas Enzim (U/ml) | Rataan       |
|------------|--------------------------|------------------------|--------------|
| pH 3.5     | 1                        | 0,190                  | <b>0,048</b> |
|            | 2                        | 0,236                  |              |
|            | 3                        | 0,206                  |              |
|            | 4                        | 0,224                  |              |
| pH 4       | 1                        | 0,513                  | <b>0,097</b> |
|            | 2                        | 0,496                  |              |
|            | 3                        | 0,279                  |              |
|            | 4                        | 0,460                  |              |
| pH 4.5     | 1                        | 0,477                  | <b>0,117</b> |
|            | 2                        | 0,663                  |              |
|            | 3                        | 0,611                  |              |
|            | 4                        | 0,351                  |              |
| pH 5       | 1                        | 0,958                  | <b>0,176</b> |
|            | 2                        | 0,607                  |              |
|            | 3                        | 0,808                  |              |
|            | 4                        | 0,787                  |              |
| pH 5.5     | 1                        | 1,041                  | <b>0,206</b> |
|            | 2                        | 0,790                  |              |
|            | 3                        | 0,989                  |              |
|            | 4                        | 0,894                  |              |
| pH 6       | 1                        | 0,738                  | <b>0,121</b> |
|            | 2                        | 0,452                  |              |
|            | 3                        | 0,567                  |              |
|            | 4                        | 0,414                  |              |
| pH 6.5     | 1                        | 0,530                  | <b>0,106</b> |
|            | 2                        | 0,616                  |              |
|            | 3                        | 0,334                  |              |
|            | 4                        | 0,423                  |              |
| pH 7       | 1                        | 0,435                  | <b>0,105</b> |
|            | 2                        | 0,524                  |              |
|            | 3                        | 0,490                  |              |
|            | 4                        | 0,441                  |              |
| pH 7.5     | 1                        | 0,414                  | <b>0,087</b> |
|            | 2                        | 0,298                  |              |
|            | 3                        | 0,469                  |              |
|            | 4                        | 0,377                  |              |
| pH 8       | 1                        | 0,423                  | <b>0,084</b> |
|            | 2                        | 0,258                  |              |
|            | 3                        | 0,428                  |              |
|            | 4                        | 0,431                  |              |

Lampiran 6. Rataan Aktivitas Spesifik pada Berbagai pH Optimum.

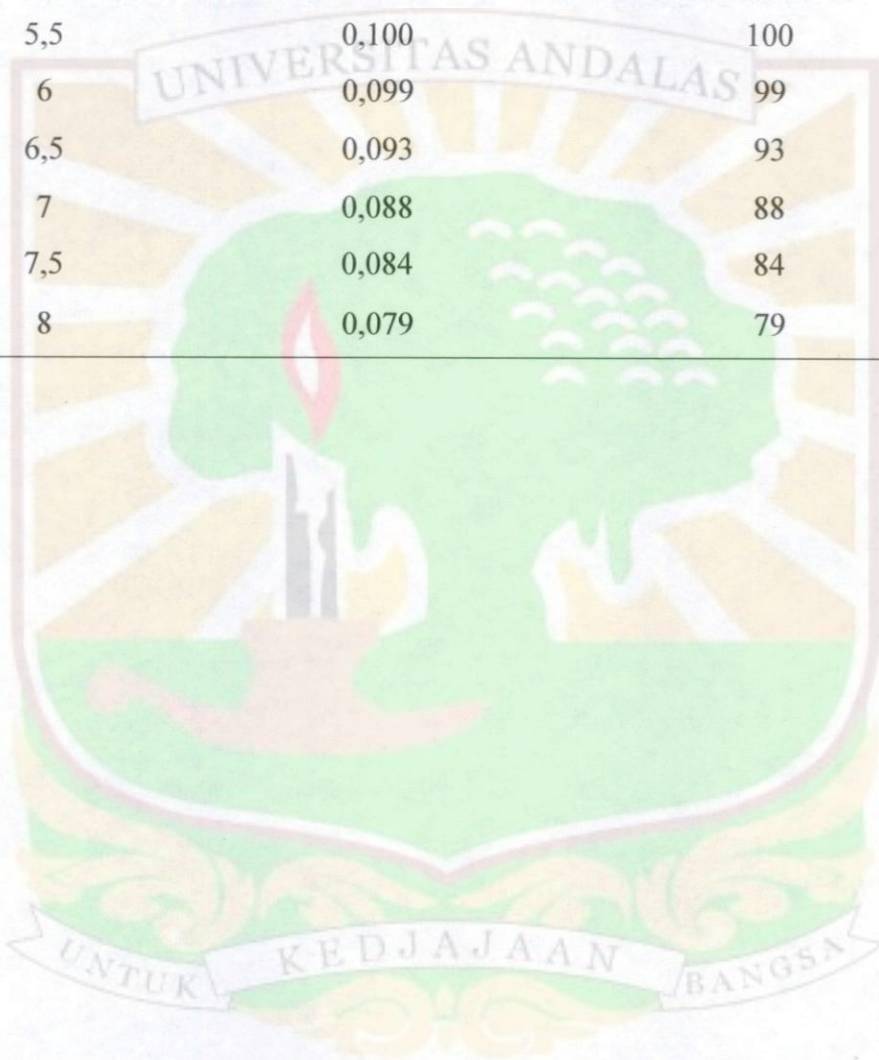
| pH Optimum | Aktivitas Enzim (U/ml) | Aktivitas Spesifik (U/mg) | Rataan |
|------------|------------------------|---------------------------|--------|
| pH 3,5     | 1                      | 0,372                     | 0,423  |
|            | 2                      | 0,469                     |        |
|            | 3                      | 0,407                     |        |
|            | 4                      | 0,442                     |        |
| pH 4       | 1                      | 1,009                     | 0,858  |
|            | 2                      | 0,973                     |        |
|            | 3                      | 0,549                     |        |
|            | 4                      | 0,903                     |        |
| pH 4,5     | 1                      | 0,938                     | 1,033  |
|            | 2                      | 1,301                     |        |
|            | 3                      | 1,204                     |        |
|            | 4                      | 0,690                     |        |
| pH 5       | 1                      | 1,885                     | 1,555  |
|            | 2                      | 1,195                     |        |
|            | 3                      | 1,593                     |        |
|            | 4                      | 1,549                     |        |
| pH 5,5     | 1                      | 2,044                     | 1,827  |
|            | 2                      | 1,558                     |        |
|            | 3                      | 1,947                     |        |
|            | 4                      | 1,761                     |        |
| pH 6       | 1                      | 1,451                     | 1,066  |
|            | 2                      | 0,885                     |        |
|            | 3                      | 1,115                     |        |
|            | 4                      | 0,814                     |        |
| pH 6,5     | 1                      | 1,044                     | 0,936  |
|            | 2                      | 1,212                     |        |
|            | 3                      | 0,655                     |        |
|            | 4                      | 0,832                     |        |
| pH 7       | 1                      | 0,858                     | 0,929  |
|            | 2                      | 1,027                     |        |
|            | 3                      | 0,965                     |        |
|            | 4                      | 0,867                     |        |
| pH 7,5     | 1                      | 0,814                     | 0,765  |
|            | 2                      | 0,584                     |        |
|            | 3                      | 0,920                     |        |
|            | 4                      | 0,743                     |        |
| pH 8       | 1                      | 0,832                     | 0,739  |
|            | 2                      | 0,504                     |        |
|            | 3                      | 0,841                     |        |
|            | 4                      | 0,779                     |        |

Lampiran 7. Data Absorbansi dan Rataan Aktivitas Enzim pada Berbagai pH Stabilitas

| pH Stabilitas | Absorbansi (600 nm) | Kandungan Xilosa (mg/ml) | Aktivitas Enzim (U/ml) | Rataan |
|---------------|---------------------|--------------------------|------------------------|--------|
| pH 3.5        | 1                   | 0,092                    | 0,242                  | 0,061  |
|               | 2                   | 0,145                    | 0,324                  |        |
|               | 3                   | 0,109                    | 0,268                  |        |
|               | 4                   | 0,100                    | 0,255                  |        |
| pH 4          | 1                   | 0,145                    | 0,324                  | 0,073  |
|               | 2                   | 0,180                    | 0,377                  |        |
|               | 3                   | 0,150                    | 0,331                  |        |
|               | 4                   | 0,115                    | 0,278                  |        |
| pH 4.5        | 1                   | 0,177                    | 0,372                  | 0,081  |
|               | 2                   | 0,167                    | 0,357                  |        |
|               | 3                   | 0,173                    | 0,366                  |        |
|               | 4                   | 0,172                    | 0,365                  |        |
| pH 5          | 1                   | 0,243                    | 0,473                  | 0,089  |
|               | 2                   | 0,232                    | 0,457                  |        |
|               | 3                   | 0,149                    | 0,330                  |        |
|               | 4                   | 0,158                    | 0,343                  |        |
| pH 5.5        | 1                   | 0,168                    | 0,359                  | 0,100  |
|               | 2                   | 0,230                    | 0,454                  |        |
|               | 3                   | 0,268                    | 0,512                  |        |
|               | 4                   | 0,247                    | 0,480                  |        |
| pH 6          | 1                   | 0,185                    | 0,385                  | 0,099  |
|               | 2                   | 0,198                    | 0,405                  |        |
|               | 3                   | 0,230                    | 0,454                  |        |
|               | 4                   | 0,283                    | 0,535                  |        |
| pH 6.5        | 1                   | 0,188                    | 0,389                  | 0,093  |
|               | 2                   | 0,198                    | 0,405                  |        |
|               | 3                   | 0,160                    | 0,346                  |        |
|               | 4                   | 0,280                    | 0,530                  |        |
| pH 7          | 1                   | 0,148                    | 0,328                  | 0,088  |
|               | 2                   | 0,243                    | 0,473                  |        |
|               | 3                   | 0,136                    | 0,310                  |        |
|               | 4                   | 0,237                    | 0,464                  |        |
| pH 7.5        | 1                   | 0,101                    | 0,256                  | 0,084  |
|               | 2                   | 0,202                    | 0,411                  |        |
|               | 3                   | 0,205                    | 0,415                  |        |
|               | 4                   | 0,212                    | 0,426                  |        |
| pH 8          | 1                   | 0,121                    | 0,287                  | 0,079  |
|               | 2                   | 0,240                    | 0,469                  |        |
|               | 3                   | 0,088                    | 0,236                  |        |
|               | 4                   | 0,213                    | 0,428                  |        |

Lampiran 8. Aktivitas Relatif Xilanase pada Berbagai pH Stabilitas

| pH  | Aktivitas Enzim (U/ml) | Aktivitas Relatif (%) |
|-----|------------------------|-----------------------|
| 3,5 | 0,061                  | 61                    |
| 4   | 0,073                  | 73                    |
| 4,5 | 0,081                  | 81                    |
| 5   | 0,089                  | 89                    |
| 5,5 | 0,100                  | 100                   |
| 6   | 0,099                  | 99                    |
| 6,5 | 0,093                  | 93                    |
| 7   | 0,088                  | 88                    |
| 7,5 | 0,084                  | 84                    |
| 8   | 0,079                  | 79                    |



Lampiran 9. Rataan Aktivitas Spesifik pada Berbagai pH Stabilitas

| pH Stabilitas |   | Aktivitas Enzim (U/ml) | Aktivitas Spesifik (U/mg) | Rataan       |
|---------------|---|------------------------|---------------------------|--------------|
| pH 3.5        | 1 | 0,054                  | 0,478                     | <b>0,538</b> |
|               | 2 | 0,072                  | 0,637                     |              |
|               | 3 | 0,060                  | 0,531                     |              |
|               | 4 | 0,057                  | 0,504                     |              |
| pH 4          | 1 | 0,072                  | 0,637                     | <b>0,646</b> |
|               | 2 | 0,084                  | 0,743                     |              |
|               | 3 | 0,074                  | 0,655                     |              |
|               | 4 | 0,062                  | 0,549                     |              |
| pH 4.5        | 1 | 0,083                  | 0,735                     | <b>0,717</b> |
|               | 2 | 0,079                  | 0,699                     |              |
|               | 3 | 0,081                  | 0,717                     |              |
|               | 4 | 0,081                  | 0,717                     |              |
| pH 5          | 1 | 0,105                  | 0,929                     | <b>0,788</b> |
|               | 2 | 0,102                  | 0,903                     |              |
|               | 3 | 0,073                  | 0,646                     |              |
|               | 4 | 0,076                  | 0,673                     |              |
| pH 5.5        | 1 | 0,080                  | 0,708                     | <b>0,889</b> |
|               | 2 | 0,101                  | 0,894                     |              |
|               | 3 | 0,114                  | 1,009                     |              |
|               | 4 | 0,107                  | 0,947                     |              |
| pH 6          | 1 | 0,086                  | 0,761                     | <b>0,876</b> |
|               | 2 | 0,090                  | 0,796                     |              |
|               | 3 | 0,101                  | 0,894                     |              |
|               | 4 | 0,119                  | 1,053                     |              |
| pH 6.5        | 1 | 0,086                  | 0,761                     | <b>0,821</b> |
|               | 2 | 0,090                  | 0,796                     |              |
|               | 3 | 0,077                  | 0,681                     |              |
|               | 4 | 0,118                  | 1,044                     |              |
| pH 7          | 1 | 0,073                  | 0,646                     | <b>0,774</b> |
|               | 2 | 0,105                  | 0,929                     |              |
|               | 3 | 0,069                  | 0,611                     |              |
|               | 4 | 0,103                  | 0,912                     |              |
| pH 7.5        | 1 | 0,057                  | 0,504                     | <b>0,741</b> |
|               | 2 | 0,091                  | 0,805                     |              |
|               | 3 | 0,092                  | 0,814                     |              |
|               | 4 | 0,095                  | 0,841                     |              |
| pH 8          | 1 | 0,064                  | 0,566                     | <b>0,697</b> |
|               | 2 | 0,104                  | 0,920                     |              |
|               | 3 | 0,052                  | 0,460                     |              |
|               | 4 | 0,095                  | 0,841                     |              |



Lampiran 10. Data Absorbansi dan Rataan Kandungan Xilosa pada Berbagai Suhu Optimum

| Suhu Optimum (°C) | Absorbansi (600 nm) | Kandungan Xilosa (mg/ml) | Rataan       |
|-------------------|---------------------|--------------------------|--------------|
| 50                | 1                   | 0,110                    | <b>0,469</b> |
|                   | 2                   | 0,241                    |              |
|                   | 3                   | 0,392                    |              |
|                   | 4                   | 0,218                    |              |
| 60                | 1                   | 0,378                    | <b>0,573</b> |
|                   | 2                   | 0,230                    |              |
|                   | 3                   | 0,365                    |              |
|                   | 4                   | 0,260                    |              |
| 70                | 1                   | 0,202                    | <b>0,545</b> |
|                   | 2                   | 0,386                    |              |
|                   | 3                   | 0,217                    |              |
|                   | 4                   | 0,353                    |              |
| 80                | 1                   | 0,112                    | <b>0,347</b> |
|                   | 2                   | 0,124                    |              |
|                   | 3                   | 0,124                    |              |
|                   | 4                   | 0,281                    |              |
| 90                | 1                   | 0,183                    | <b>0,329</b> |
|                   | 2                   | 0,150                    |              |
|                   | 3                   | 0,105                    |              |
|                   | 4                   | 0,156                    |              |
| 95                | 1                   | 0,058                    | <b>0,189</b> |
|                   | 2                   | 0,045                    |              |
|                   | 3                   | 0,060                    |              |
|                   | 4                   | 0,065                    |              |

Lampiran 11. Rataan Aktivitas Xilanase pada Berbagai Suhu Optimum

| Suhu Optimum (°C) | Kandungan Xilosa (mg/ml) | Aktivitas Enzim (U/ml) | Rataan       |
|-------------------|--------------------------|------------------------|--------------|
| 50                |                          |                        |              |
| 1                 | 0,270                    | 0,060                  |              |
| 2                 | 0,470                    | 0,104                  |              |
| 3                 | 0,701                    | 0,156                  | <b>0,104</b> |
| 4                 | 0,435                    | 0,097                  |              |
| 60                |                          |                        |              |
| 1                 | 0,680                    | 0,151                  |              |
| 2                 | 0,454                    | 0,101                  |              |
| 3                 | 0,660                    | 0,147                  | <b>0,127</b> |
| 4                 | 0,499                    | 0,111                  |              |
| 70                |                          |                        |              |
| 1                 | 0,411                    | 0,091                  |              |
| 2                 | 0,692                    | 0,154                  |              |
| 3                 | 0,434                    | 0,096                  | <b>0,121</b> |
| 4                 | 0,642                    | 0,143                  |              |
| 80                |                          |                        |              |
| 1                 | 0,273                    | 0,061                  |              |
| 2                 | 0,291                    | 0,065                  |              |
| 3                 | 0,291                    | 0,065                  | <b>0,077</b> |
| 4                 | 0,532                    | 0,118                  |              |
| 90                |                          |                        |              |
| 1                 | 0,382                    | 0,085                  |              |
| 2                 | 0,331                    | 0,074                  |              |
| 3                 | 0,262                    | 0,058                  | <b>0,073</b> |
| 4                 | 0,340                    | 0,076                  |              |
| 95                |                          |                        |              |
| 1                 | 0,190                    | 0,042                  |              |
| 2                 | 0,171                    | 0,038                  |              |
| 3                 | 0,194                    | 0,043                  | <b>0,042</b> |
| 4                 | 0,201                    | 0,045                  |              |

Lampiran 12. Rataan Aktivitas Spesifik pada Berbagai Suhu Optimum

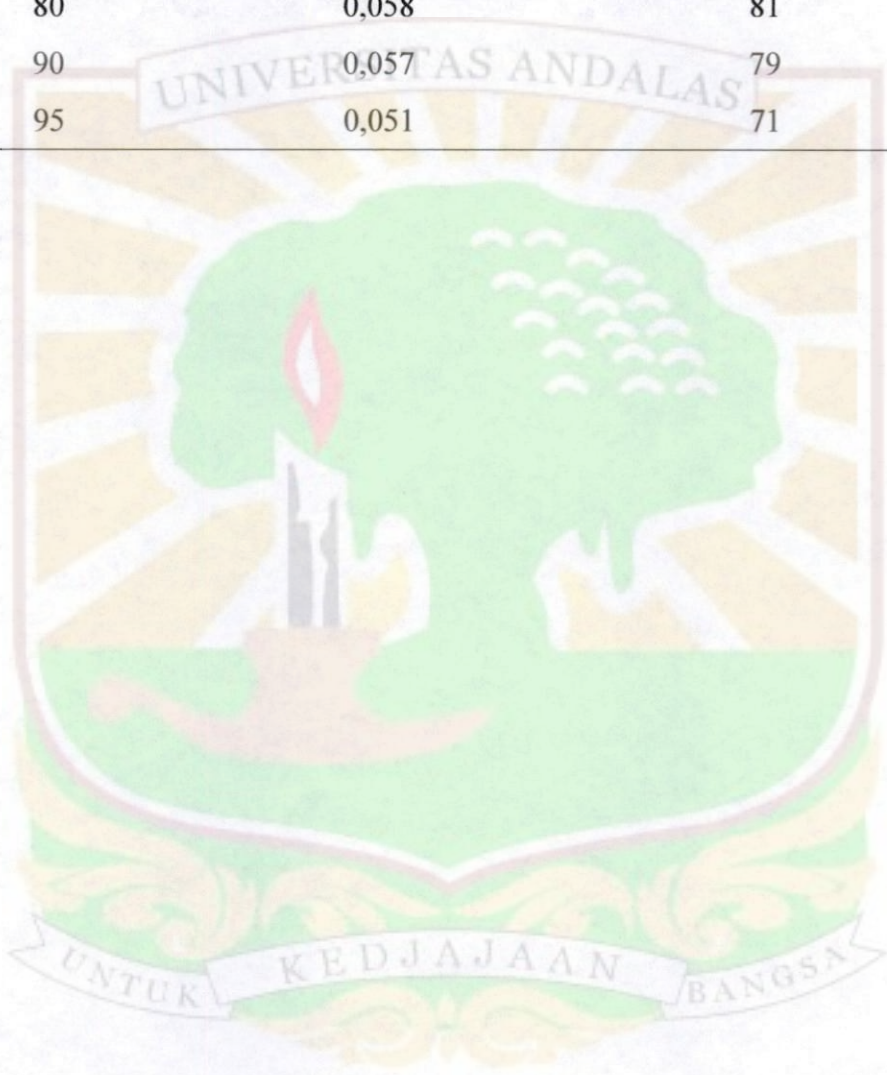
| Suhu Optimum (°C) | Aktivitas Enzim (U/ml) | Aktivitas Spesifik (U/mg) | Rataan       |
|-------------------|------------------------|---------------------------|--------------|
| 50                | 1                      | 0,060                     | <b>0,923</b> |
|                   | 2                      | 0,104                     |              |
|                   | 3                      | 0,156                     |              |
|                   | 4                      | 0,097                     |              |
| 60                | 1                      | 0,151                     | <b>1,128</b> |
|                   | 2                      | 0,101                     |              |
|                   | 3                      | 0,147                     |              |
|                   | 4                      | 0,111                     |              |
| 70                | 1                      | 0,091                     | <b>1,071</b> |
|                   | 2                      | 0,154                     |              |
|                   | 3                      | 0,096                     |              |
|                   | 4                      | 0,143                     |              |
| 80                | 1                      | 0,061                     | <b>0,684</b> |
|                   | 2                      | 0,065                     |              |
|                   | 3                      | 0,065                     |              |
|                   | 4                      | 0,118                     |              |
| 90                | 1                      | 0,085                     | <b>0,648</b> |
|                   | 2                      | 0,074                     |              |
|                   | 3                      | 0,058                     |              |
|                   | 4                      | 0,076                     |              |
| 95                | 1                      | 0,042                     | <b>0,372</b> |
|                   | 2                      | 0,038                     |              |
|                   | 3                      | 0,043                     |              |
|                   | 4                      | 0,045                     |              |

Lampiran 13. Data Absorbansi dan Rataan Aktivitas Enzim pada Berbagai Suhu Stabilitas

| Suhu Stabilitas (°C) | Absorbansi (600 nm) | Kandungan Xilosa (mg/ml) | Aktivitas Enzim (U/ml) | Rataan |              |
|----------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|--------|--------------|
| 50                   | 1                   | 0,116                    | 0,279                  | 0,062  | <b>0,064</b> |
|                      | 2                   | 0,123                    | 0,290                  | 0,064  |              |
|                      | 3                   | 0,142                    | 0,319                  | 0,071  |              |
|                      | 4                   | 0,110                    | 0,270                  | 0,060  |              |
| 60                   | 1                   | 0,133                    | 0,305                  | 0,068  | <b>0,072</b> |
|                      | 2                   | 0,188                    | 0,389                  | 0,086  |              |
|                      | 3                   | 0,140                    | 0,316                  | 0,070  |              |
|                      | 4                   | 0,125                    | 0,293                  | 0,065  |              |
| 70                   | 1                   | 0,113                    | 0,275                  | 0,061  | <b>0,072</b> |
|                      | 2                   | 0,150                    | 0,331                  | 0,074  |              |
|                      | 3                   | 0,160                    | 0,346                  | 0,077  |              |
|                      | 4                   | 0,155                    | 0,339                  | 0,075  |              |
| 80                   | 1                   | 0,069                    | 0,207                  | 0,046  | <b>0,058</b> |
|                      | 2                   | 0,117                    | 0,281                  | 0,062  |              |
|                      | 3                   | 0,130                    | 0,301                  | 0,067  |              |
|                      | 4                   | 0,100                    | 0,255                  | 0,057  |              |
| 90                   | 1                   | 0,122                    | 0,288                  | 0,064  | <b>0,057</b> |
|                      | 2                   | 0,101                    | 0,256                  | 0,057  |              |
|                      | 3                   | 0,056                    | 0,187                  | 0,042  |              |
|                      | 4                   | 0,129                    | 0,299                  | 0,066  |              |
| 95                   | 1                   | 0,060                    | 0,194                  | 0,043  | <b>0,051</b> |
|                      | 2                   | 0,049                    | 0,177                  | 0,039  |              |
|                      | 3                   | 0,107                    | 0,265                  | 0,059  |              |
|                      | 4                   | 0,120                    | 0,285                  | 0,063  |              |

Lampiran 14. Aktivitas Relatif Xilanase pada Berbagai Suhu Stabilitas

| Suhu (°C) | Aktivitas Enzim (U/ml) | Aktivitas Relatif (%) |
|-----------|------------------------|-----------------------|
| 50        | 0,064                  | 89                    |
| 60        | 0,072                  | 100                   |
| 70        | 0,072                  | 100                   |
| 80        | 0,058                  | 81                    |
| 90        | 0,057                  | 79                    |
| 95        | 0,051                  | 71                    |



Lampiran 15. Rataan Aktivitas Spesifik pada Berbagai Suhu Stabilitas

| Suhu Stabilitas (°C) | Aktivitas Enzim (U/ml) | Aktivitas Spesifik (U/mg) | Rataan       |
|----------------------|------------------------|---------------------------|--------------|
| 50                   |                        |                           |              |
| 1                    | 0,062                  | 0,549                     | <b>0,569</b> |
| 2                    | 0,064                  | 0,566                     |              |
| 3                    | 0,071                  | 0,628                     |              |
| 4                    | 0,060                  | 0,531                     |              |
| 60                   |                        |                           |              |
| 1                    | 0,068                  | 0,602                     | <b>0,639</b> |
| 2                    | 0,086                  | 0,761                     |              |
| 3                    | 0,070                  | 0,619                     |              |
| 4                    | 0,065                  | 0,575                     |              |
| 70                   |                        |                           |              |
| 1                    | 0,061                  | 0,540                     | <b>0,635</b> |
| 2                    | 0,074                  | 0,655                     |              |
| 3                    | 0,077                  | 0,681                     |              |
| 4                    | 0,075                  | 0,664                     |              |
| 80                   |                        |                           |              |
| 1                    | 0,046                  | 0,407                     | <b>0,513</b> |
| 2                    | 0,062                  | 0,549                     |              |
| 3                    | 0,067                  | 0,593                     |              |
| 4                    | 0,057                  | 0,504                     |              |
| 90                   |                        |                           |              |
| 1                    | 0,064                  | 0,566                     | <b>0,507</b> |
| 2                    | 0,057                  | 0,504                     |              |
| 3                    | 0,042                  | 0,372                     |              |
| 4                    | 0,066                  | 0,584                     |              |
| 95                   |                        |                           |              |
| 1                    | 0,043                  | 0,381                     | <b>0,451</b> |
| 2                    | 0,039                  | 0,345                     |              |
| 3                    | 0,059                  | 0,522                     |              |
| 4                    | 0,063                  | 0,558                     |              |



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
LABORATORIUM TEKNOLOGI INDUSTRI PAKAN  
JURUSAN NUTRISI DAN MAKANAN TERNAK  
Alamat : Kampus Unand Limau Manis, Padang-25163  
Telp/Fax : (0751) 71464-72400 email : [faterna@unand.ac.id](mailto:faterna@unand.ac.id)

Kpd  
Sdr.Teti Kurniasih  
08 1061 2081  
Di Padang

Hasil Analisa Sampel No.Reg : ALS//SC/Lab TIP/Faterna/UA/2012

Hasil Absorbansi pH Optimum Xilanase

| pH  | Absorbansi |       |       |       |
|-----|------------|-------|-------|-------|
|     | Ulangan    |       |       |       |
|     | 1          | 2     | 3     | 4     |
| 3,5 | 0,058      | 0,088 | 0,068 | 0,080 |
| 4   | 0,269      | 0,258 | 0,116 | 0,234 |
| 4,5 | 0,245      | 0,367 | 0,333 | 0,163 |
| 5   | 0,560      | 0,330 | 0,462 | 0,448 |
| 5,5 | 0,614      | 0,450 | 0,580 | 0,518 |
| 6   | 0,416      | 0,229 | 0,304 | 0,204 |
| 6,5 | 0,280      | 0,336 | 0,152 | 0,210 |
| 7   | 0,218      | 0,276 | 0,254 | 0,222 |
| 7,5 | 0,204      | 0,128 | 0,240 | 0,180 |
| 8   | 0,210      | 0,102 | 0,213 | 0,215 |

Padang , September 2012  
Kepala Lab.Teknologi Industri Pakan



*Yeti Marlida*  
**Prof.Dr.Ir.Hj.Yeti Marlida, MS**  
NIP : 131839480



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
LABORATORIUM TEKNOLOGI INDUSTRI PAKAN  
JURUSAN NUTRISI DAN MAKANAN TERNAK**

Alamat : Kampus Unand Limau Manis, Padang-25163

Telp/Fax : (0751) 71464-72400 email : [faterna@unand.ac.id](mailto:faterna@unand.ac.id)

Kpd  
Sdr.Teti Kurniasih  
08 1061 2081  
Di Padang

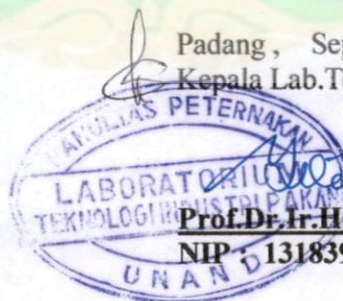
Hasil Analisa Sampel No.Reg : ALS/156/Lab TIP/Faterna/UA/2012

**Hasil Absorbansi pH Stabilitas Xilanase**

| pH  | Absorbansi |       |       |       |
|-----|------------|-------|-------|-------|
|     | Ulangan    |       |       |       |
|     | 1          | 2     | 3     | 4     |
| 3,5 | 0,092      | 0,145 | 0,109 | 0,100 |
| 4   | 0,145      | 0,180 | 0,150 | 0,115 |
| 4,5 | 0,177      | 0,167 | 0,173 | 0,172 |
| 5   | 0,243      | 0,232 | 0,149 | 0,158 |
| 5,5 | 0,168      | 0,230 | 0,268 | 0,247 |
| 6   | 0,185      | 0,198 | 0,230 | 0,283 |
| 6,5 | 0,188      | 0,198 | 0,160 | 0,280 |
| 7   | 0,148      | 0,243 | 0,136 | 0,237 |
| 7,5 | 0,101      | 0,202 | 0,205 | 0,212 |
| 8   | 0,121      | 0,240 | 0,088 | 0,213 |

Padang , September 2012

Kepala Lab.Teknologi Industri Pakan



**Prof.Dr.Ir.Hj.Yeti Marlida, MS**

**NIP. 131839480**





**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
LABORATORIUM TEKNOLOGI INDUSTRI PAKAN  
JURUSAN NUTRISI DAN MAKANAN TERNAK**

Alamat : Kampus Unand Limau Manis, Padang-25163

Telp/Fax : (0751) 71464-72400 email : [faterna@unand.ac.id](mailto:faterna@unand.ac.id)

Kpd  
Sdr.Teti Kurniasih  
08 1061 2081  
Di Padang

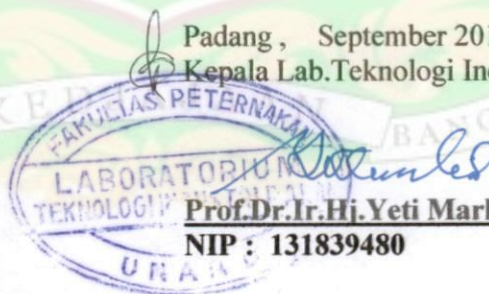
Hasil Analisa Sampel No.Reg : ALS/156/Lab TIP/Faterna/UA/2012

**Hasil Absorbansi Suhu Optimum Xilanase**

| Suhu<br>(°C) | Absorbansi |       |       |       |
|--------------|------------|-------|-------|-------|
|              | Ulangan    |       |       |       |
|              | 1          | 2     | 3     | 4     |
| 50           | 0,110      | 0,241 | 0,392 | 0,218 |
| 60           | 0,378      | 0,230 | 0,365 | 0,260 |
| 70           | 0,202      | 0,386 | 0,217 | 0,353 |
| 80           | 0,112      | 0,124 | 0,124 | 0,281 |
| 90           | 0,183      | 0,150 | 0,105 | 0,156 |
| 95           | 0,058      | 0,045 | 0,060 | 0,065 |

Padang , September 2012

Kepala Lab.Teknologi Industri Pakan



**Prof.Dr.Ir.Hj.Yeti Marlida, MS**

**NIP : 131839480**



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
LABORATORIUM TEKNOLOGI INDUSTRI PAKAN  
JURUSAN NUTRISI DAN MAKANAN TERNAK**

Alamat : Kampus Unand Limau Manis, Padang-25163

Telp/Fax : (0751) 71464-72400 email : [faterna@unand.ac.id](mailto:faterna@unand.ac.id)

Kpd  
Sdr.Teti Kurniasih  
08 1061 2081  
Di Padang

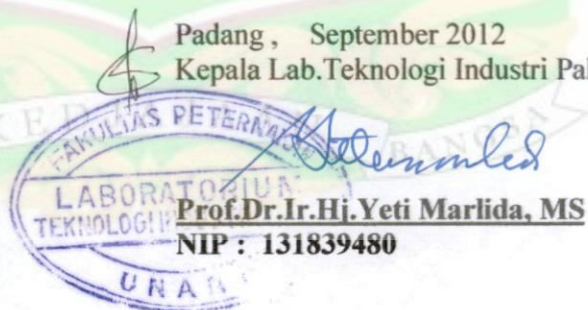
Hasil Analisa Sampel No.Reg : ALS/156/Lab TIP/Faterna/UA/2012

**Hasil Absorbansi Suhu Stabilitas Xilanase**

| Suhu<br>(°C) | Absorbansi |       |       |       |
|--------------|------------|-------|-------|-------|
|              | Ulangan    |       |       |       |
|              | 1          | 2     | 3     | 4     |
| 50           | 0,116      | 0,123 | 0,142 | 0,110 |
| 60           | 0,133      | 0,188 | 0,140 | 0,125 |
| 70           | 0,113      | 0,150 | 0,160 | 0,155 |
| 80           | 0,069      | 0,117 | 0,130 | 0,100 |
| 90           | 0,122      | 0,101 | 0,056 | 0,129 |
| 95           | 0,060      | 0,049 | 0,107 | 0,120 |

Padang, September 2012

Kepala Lab.Teknologi Industri Pakan



## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Sumedang 27 Juli 1989, penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara, dari pasangan Pance Putra Caniago (Ayah) dan Ade Junasih (Ibu). Pada tahun 2001 penulis menamatkan sekolah dasar di SD Negeri 27 Sawahan dan melanjutkan ke SLTP Negeri 5 Padang, dan tamat pada tahun 2004. Pada tahun 2007 penulis menyelesaikan pendidikan di SMA Negeri 7 Padang. Pada tahun 2008 penulis diterima di Fakultas Peternakan Universitas Andalas melalui jalur SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri) pada Program Studi Peternakan. Selama di Fakultas Peternakan Universitas Andalas, penulis telah melaksanakan KKN (Kuliah Kerja Nyata) yang bertempat di Nagari Pariangan Kecamatan Pariangan Kabupaten Tanah Datar pada tanggal 11 Juli 2011 sampai 13 Agustus 2011, kemudian melaksanakan Farm Experience di UPT Fakultas Peternakan Universitas Andalas pada tanggal 26 September 2011 sampai 8 Februari 2012. Penulis melaksanakan penelitian mulai 24 April 2012 sampai 22 Mei 2012 dengan judul penelitian “**Karakterisasi Xilanase Termofilik Bakteri NG2 dari Solok Selatan**”.

Teti Kurniasih