

# POTENTIAL OF THERMOPHIC BACTERIAL XILANASE AS ENVIRONMENTALLY FRIENDLY FABRIC BLEACH

## POTENSI XILANASE BAKTERI TERMOFILIK SEBAGAI PEMUTIH KAIN RAMAH LINGKUNGAN

Nur Shofiatun Nisa<sup>1</sup>, Irdawati<sup>1\*</sup>, Dwi Hilda Putri<sup>1</sup>, Dezi Hadayani<sup>1</sup>, Y. Yusrizal<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Padang, West Sumatera, Indonesia

<sup>2</sup> Faculty of Animal Husbandry, Jambi University, Jambi City, Indonesia

\*Correspondence author: [irdawati.amor40@gmail.com](mailto:irdawati.amor40@gmail.com)

### Abstract

The main conclusion contains what is the implication to other studies or to the future brought by the study. Xylanase is an enzyme that is widely used in industry because this enzyme can hydrolyze xylan (hemicellulose) into xylo-oligosaccharides and xylose. This enzyme can be produced by thermophilic bacteria. One of the benefits of xylanase is as an environmentally friendly fabric bleaching process (biobleaching). The use of xylanase enzymes can reduce the use of toxic chemicals such as chlorine by about 20-40%. The purpose of this study was to determine the effect of temperature and pH on xylanase production activity using rice straw xylan extract as a substrate and to see the potential of MS 18 thermophilic bacterial xylanase on fabric brightness. This research is a descriptive study with temperature and pH optimization treatment using 6 treatments and 3 replications, respectively. Enzyme activity was measured using a spectrophotometer with a wavelength of 540 nm. The data obtained are displayed in the form of tables and figures. The xylanase potential on the brightness level of the fabric was seen based on the results of the kappa number. The results of this study obtained the optimum temperature of xylanase activity at a temperature of 50°C with the highest xylanase 3.792 U/mL. while at pH the optimum pH of xylanase activity was found at pH 7 with the highest xylanase production of 4.448 U/mL. The potential of xylanase on the brightness of the fabric based on the results of the kappa number is 2.04 lower than without using xylanase, which is 6.46.

**Key words** *Xylanase Enzyme, Thermophilic Bacteria, Temperature, pH, Biobleaching*

### Abstrak

Enzim xilanase merupakan enzim yang banyak digunakan dalam bidang industri karena enzim ini dapat menghidrolisis xilan (hemiselulosa) menjadi xilo-oligosakarida dan xilosa. Enzim ini dapat dihasilkan oleh bakteri termofilik. Salah satu manfaat xilanase adalah sebagai proses pemutihan kain ramah lingkungan (*biobleaching*). Penggunaan enzim xilanase dapat mengurangi penggunaan bahan kimia seperti klorin yang bersifat toksik sekitar 20-40%. Tujuan penelitian ini yaitu menentukan pengaruh suhu dan pH terhadap aktivitas produksi xilanase menggunakan substrat ekstrak xilan jerami padi dan untuk melihat potensi xilanase bakteri termofilik MS 18 terhadap kecerahan kain. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan perlakuan optimasi suhu dan pH masing-masing menggunakan 6 perlakuan dan 3 ulangan. Aktivitas enzim diukur menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 540 nm. Data yang diperoleh ditampilkan dalam bentuk tabel dan gambar. Potensi xilanase terhadap tingkat kecerahan kain dilihat berdasarkan hasil bilangan kappa. Hasil penelitian ini didapatkan suhu optimum aktivitas xilanase pada suhu 50°C dengan xilanase tertinggi yaitu 3,792 U/mL. sedangkan pada pH didapatkan pH optimum aktivitas xilanase pada pH 7 dengan produksi xilanase tertinggi yaitu 4,448 U/mL. Potensi xilanase terhadap kecerahan kain berdasarkan hasil bilangan kappa lebih rendah yaitu 2,04 dibandingkan tanpa menggunakan xilanase yaitu 6,46.

**Kata kunci** *Enzim Xilanase, Bakteri Termofilik, Suhu, pH, Biobleaching*

## Pendahuluan

Penggunaan enzim di bidang industri berkembang pesat seiring bertambahnya kemajuan bioteknologi. Penggunaan enzim dalam bidang industri berkisar 80% dari pemasaran enzim global (Miguel *et al.*, 2013). Pemanfaatan enzim dalam kehidupan sehari-hari dapat digunakan dalam bidang pangan diantaranya dalam pembuatan roti, keju dan daging. Enzim juga digunakan dalam industri kertas dan deterjen terutama dalam proses pemutihan (*bleaching*) (Marisa, 2013). Enzim juga berperan dalam bio-proses kain, seperti: pemutihan kain (*bio-bleaching*), menghilangkan kanji (lemak dan minyak) pada serat kain sehingga dapat mengubah ukuran kain (*desizing*) dan meningkatkan daya serap kain (*bio-scouring*) (Dhiman *et al.*, 2008). Enzim xilanase merupakan enzim yang banyak digunakan dalam bidang industri karena enzim ini dapat menghidrolisis xilan (Trismillah *et al.*, 2000).

Xilanase adalah enzim ekstrakseluler yang berfungsi untuk menghidrolisis xilan (hemiselulosa) menjadi xilooligosakarida dan xilosa (Susilowati, 2012). Xilanase dapat memotong ikatan antara xilan yang terdapat pada selulosa yang berikatan dengan lignin, sehingga dapat memotong xilan menjadi monomernya, kemudian bisa melepaskan lignin dari selulosa sehingga menghasilkan pulp yang berwarna putih dan ramah lingkungan (Erika, 2016). Penggunaan enzim xilanase adalah cara alternatif yang bisa mengurangi penggunaan bahan-bahan kimia seperti klorin dan bahan lainnya yang bersifat toksik sekitar 20-40% (Beg, 2001).

Proses pemutihan (*bleaching*) adalah suatu tahapan pemurnian untuk menghilangkan zat-zat warna yang tidak dipakai atau diinginkan dalam kain dan juga dapat berguna untuk meningkatkan kemurnian kain (Richana, 2002). Zat yang sering digunakan dalam proses bleaching adalah H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan klorin (Irfanto, 2013). Menurut Permenkes No. 472/Menkes/Per/V/1996 menyebutkan bahwa, klorin termasuk bahan berbahaya yang bersifat racun dan menyebabkan iritasi. Klorin (Cl<sub>2</sub>) yang terdapat pada suatu bahan akan menghasilkan zat sampingan yang bersifat sangat toksik yaitu dioksin, merupakan senyawa beracun yang dapat menyebabkan kerusakan pada organ manusia (Nasution, 2015).

Xilanase diperlukan sebagai pemutih kain yang ramah lingkungan, tidak merusak serat kain, juga tidak memberikan dampak buruk pada manusia. Produksi xilanase dalam bidang industri dihasilkan berbagai mikroorganisme. Mikroorganisme yang dapat menghasilkan enzim xilanase yaitu berasal dari mikroorganisme termofilik, dikarenakan mikroorganisme ini dapat memproduksi enzim termostabil, jenis mikroorganisme yang bisa menghasilkan enzim xilanase yaitu jamur dan bakteri. Enzim yang dihasilkan oleh bakteri lebih stabil pada suhu tinggi dibandingkan dengan jamur (Mulyani *et al.*, 2009).

Menurut Sari (2012) yaitu sumber air panas bersifat basa sehingga memiliki kandungan mineral yang tinggi dan memungkinkan mikroorganisme termofilik dapat bertahan hidup dengan baik. Kemampuan mikroba pada suhu tinggi disebabkan mikroba memiliki struktur protein yang berbeda dari bakteri mesofil, sehingga bakteri dapat bertahan hidup pada suhu ekstrim. Berdasarkan hasil penelitian Irdawati *et al.*, (2016) air panas Mudik Sapan Kabupaten Solok Selatan memiliki suhu lingkungan yang tinggi, sehingga memungkinkan bakteri termofilik dapat hidup di lingkungan tersebut. Salah satu isolat bakteri termofilik yang mampu memproduksi enzim xilanase tertinggi yaitu isolat MS 18.

Kondisi lingkungan optimum dapat mempengaruhi kerja enzim. Apabila munculnya perubahan konsentrasi substrat atau pH lingkungan dapat mengakibatkan aktivitas enzim mengalami perubahan, hal lain yang juga dapat mempengaruhi aktivitas enzim yaitu suhu. Karena itu enzim memiliki suhu dan pH tertentu untuk mencapai keadaan optimum. Kondisi optimum dapat membantu enzim mengkatalis reaksi dengan baik. Sedangkan suhu dan pH yang tidak optimum (kurang sesuai) akan mengakibatkan kerusakan atau tidak aktifnya enzim (Budiman, 2009).

Tingkat keputihan kain rami tertinggi diperoleh dari enzim xilanase bakteri termofilik *Bacillus pumilus* yaitu pada suhu 55°C dan pH 7,5 (Garg *et al.*, 2013). Menurut penelitian Battan *et al.*, (2012) bahwa produksi enzim xilanase yang dihasilkan bakteri termofilik *B. pumilus* dapat meningkatkan kecerahan kain maksimum pada suhu 60°C dan pH 8.

Berdasarkan latar belakang diatas peneliti tertarik untuk melakukan penelitian untuk mengetahui bagaimana pengaruh suhu dan pH terhadap aktivitas xilanase dan bagaimana pengaruh bakteri termofilik MS 18 dalam meningkatkan kecerahan kain.

# Bahan dan Metode

## Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya yaitu: tabung reaksi, rak tabung reaksi, *beaker glass*, *Erlenmeyer*, gelas ukur, bunsen, spatula, kompor listrik (*hot plate*), vortex, stirer, timbangan digital, jarum inokulasi, *drill glass*, *incubator*, oven, kertas saring, pH meter, pipet tetes, *autoclave*, *centrifuge*, *shaker incubator*, spektrofotometer, *petridish*, *syringe*, label, *volumetric*, mikropipet, batang pengaduk, kertas saring.

## Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat bakteri MS18 Mudiak Sapan Solok Selatan (koleksi Irdawati), kain kafan, Medium Nutrien Agar (NA), xilan, Dinitrosalicylic Acid (*DNS*), medium Beechwood Xilan, ekstrak jerami 0,3%, Peptone Bactereological, kain kasa, kapas, aquades, tissue, alkohol 70%, Yeast Extract,  $K_2HPO_4$ ,  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  Dan  $CaCl_2 \cdot 0,2 M$ .

## Pembuatan Medium

### 1) Medium NA

Pembuatan medium NA yaitu dengan menimbang NA sebanyak 5 gram setelah itu dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan aquades 250 ml dipanaskan menggunakan hot plate sampai mendidih, setelah itu ambil 7 ml dengan menggunakan pipet *volumetric* dan masukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditutup rapat. Setelah itu sterilisasi medium menggunakan *autoclave* pada suhu  $121^\circ C$  tekanan 15 psi selama 15 menit.

### 2) Pembuatan Substrat dan Ekstraksi Xilan dari Jerami Padi

Jerami dicuci dan dikering anginkan, setelah setengah kering, kemudian dioven dengan suhu  $50^\circ C$  selama 7 hari. Setelah kering jerami digunting kecil-kecil sampai jerami padi tersebut dapat dengan mudah dimasukan ke dalam blender, kemudian diblender sampai didapatkan serbuk yang akan digunakan sebagai substrat. Serbuk dari jerami yang sudah ditimbang sebanyak 50 gram lalu dimasukkan ke dalam *beaker glass* direndam dengan NaOCl selama 5 jam pada suhu  $28^\circ C$ . Setelah itu disaring dan dibilas kemudian direndam dalam larutan NaOH 10% pada suhu  $28^\circ C$  selama 24 jam. Sentrifugasi filtrat yang sudah didapat dengan kecepatan 4000 rpm selama 30 menit. Cairan (supernatan) hasil sentrifugasi dinetralkan dengan HCL 6N untuk disentrifugasi kembali pada kecepatan 4000 rpm selama 30 menit. Supernatan yang didapatkan sudah mengandung xilan, untuk memisahkan xilan tambahkan Etanol 95% dengan perbandingan (1:3) setelah itu sentrifugasi pada kecepatan 4000 rpm selama 30 menit (Richana, 2007).

### 3) Pembuatan Medium Beechwood Xilan dari Ekstrak Xilan Jerami Padi

Medium untuk menumbuhkan bakteri penghasil xilanase yaitu menggunakan medium Beechwood Xilan dengan komposisi polipepton 0,5%, *yeast extract* 0,1%,  $K_2HPO_4$  0,1%,  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  0,02%, dan ekstrak jerami (xilan) 0,3% (sofiyyana, 2020). Larutkan dalam 1000 ml aquades dengan pH 8. Panaskan hingga homogen kemudian disterilkan dalam *autoclave* pada suhu  $121^\circ C$  dan tekanan 15 psi selama 15 menit.

## Pelaksanaan Penelitian

### 1) Aktivasi dan Pembuatan Inokulum

Untuk mengaktivasi bakteri, 3 ose kultur bakteri MS 18 dimasukan secara aseptis ke dalam medium agar miring aktivasi yang berisi 25 ml *Beechwood Xylan* pada *erlenmeyer* 100 ml, kemudian dishaker di dalam *shaker incubator* dengan kecepatan 150 rpm dan suhu  $60^\circ C$  selama 24 jam. Untuk membuat inokulum, sebanyak 10% (v/v) dari suspensi bakteri pada media aktivasi dimasukan ke dalam *erlenmeyer* 250 ml yang berisi 100 ml *Beechwood Xylan*. Lalu diinkubasi di dalam *shaker incubator* pada kecepatan 150 rpm dan suhu  $60^\circ C$  selama 24 jam.

### 2) Tahap I. Optimasi Suhu Bakteri Termofilik Sel Bebas untuk Produksi Enzim Xilanase

Disiapkan *erlenmeyer* 100 ml yang berisi 50 ml medium *Beechwood Xylan* (yang sudah ditambahkan xilan 0,3%) pada variasi suhu ( $50^\circ C$ ,  $55^\circ C$ ,  $60^\circ C$ ,  $65^\circ C$ ,  $70^\circ C$ ,  $75^\circ C$ ). Inkubasi pada shaker dengan kecepatan 150 rpm selama 6 jam secara triplo. Selanjutnya ditentukan aktivitas enzim yang diperoleh dari aktivitas suhu optimum dengan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 540 nm.

### 3) Tahap II. Optimasi pH Bakteri Termofilik Sel Bebas untuk Produksi Enzim Xilanase

Disiapkan *erlenmeyer* 100 ml yang berisi 50 ml medium *Beechwood Xylan* (yang sudah ditambahkan xilan 0,3%) untuk perlakuan optimasi pada variasi pH medium (7; 7,5; 8; 8,5; 9; 9,5). Inkubasi pada shaker dengan kecepatan 150 rpm selama 6 jam secara triplo. Selanjutnya ditentukan aktivitas enzim yang diperoleh dari aktivitas suhu optimum dengan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 540 nm. Selanjutnya aktivitas suhu dan pH optimum yang sudah didapatkan digunakan untuk tahap selanjutnya dalam potensi enzim xilanase terhadap pemutihan kain.

#### 4) Tahap III. Potensi Enzim Xilanase Terhadap Pemutih Kain

Potensi xilanase sebagai pemutih kain diaplikasi pada kain kafan dengan penambahan xilanase dan kain kafan tanpa penambahan xilanase (kontrol) masing-masing dilakukan secara duplo. Kain kafan ditimbang sebanyak 4 gr setelah itu dimasak menggunakan NaOH 5% sebanyak 80 ml di dalam erlenmeyer 100 ml di suhu 100°C selama 60 menit. Kain kafan disaring dan dibilas dengan aquades hingga pH kain netral. Kain kafan yang sudah dibilas ditambahkan aquades sebanyak 50 ml, kemudian kain disterilisasi di autoclave pada suhu 121°C pada tekanan 15 psi selama 15 menit.

Potongan kain kafan yang sudah terurai, masing-masing ditambahkan enzim xilanase 20 ml untuk perlakuan pengaplikasian setelah itu dibiarkan bereaksi selama 60 menit pada suhu 60°C dan pH 7. Potongan kain yang sudah terurai distirer agar dapat menjaga kestabilan suhu dan pH enzim untuk mendegradasi serat dan melemahkan ikatan antara serat dan warna. Tujuan menstirer agar dapat menimbulkan gesekan antara serat-serat yang membantu dalam proses pelepasan partikel. Setelah proses pemutihan selesai, potongan kain didinginkan di suhu 5°C untuk menonaktifkan xilanase. Potongan kain kafan ditambahkan NaOH 2% dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 2%, kemudian melakukan pemisahan dan penyaringan potongan kain yang siap digunakan untuk mengukur bilangan kappa (Garg *et al.*, 2012).

#### Analisis Data

Data dari pengaruh suhu dan pH terhadap kecerahan kain yang dilihat berdasarkan bilangan kappa dianalisis secara deskriptif. Data yang diperoleh ditampilkan dalam bentuk tabel dan gambar.

## Hasil dan Pembahasan

### A. Hasil

#### 1. Optimasi Suhu Inkubasi Bakteri Termofilik untuk Produksi Enzim Xilanase

Berdasarkan penelitian yang dilakukan didapatkan bahwa perbedaan suhu inkubasi bakteri termofilik MS 18 untuk produksi xilanase seperti terlihat pada Gambar 1. Variasi suhu inkubasi bakteri termofilik MS 18 adalah suhu 50°C, 55°C, 60°C, 65°C, 70°C dan 75°C.

**Tabel 1.** Nilai rata-rata xilanase pada beberapa perlakuan suhu bakteri termofilik isolat MS 18

No	Suhu (°C)	Rata-rata Xilanase (U/mL)
1	50	3,792
2	55	3,504
3	70	3,233
4	75	2,928
5	60	2,911
6	65	2,838

Hasil penelitian menunjukkan, bahwa pada suhu 50°C produksi xilanase tertinggi yaitu 3,792 U/mL, diikuti oleh suhu 55°C yaitu 3,504 U/mL, suhu 70°C yaitu 3,233 U/mL, suhu 75°C yaitu 2,928 U/mL, suhu 60°C yaitu 2,911 U/mL. Produksi xilanase terendah pada suhu 65°C yaitu 2,838 U/mL.

#### 2. Optimasi pH Inkubasi Bakteri Termofilik untuk Produksi Enzim Xilanase

Hasil penelitian yang dilakukan didapatkan bahwa perbedaan pH inkubasi bakteri termofilik MS 18 untuk produksi xilanase seperti terlihat pada Gambar 2. Variasi pH inkubasi bakteri termofilik MS 18 adalah pH 7; 7,5; 8; 8,5; 9 dan 9,5.

**Tabel 2.** Nilai rata-rata xilanase pada beberapa perlakuan pH bakteri termofilik isolat MS 18

No	pH	Rata-rata Xilanase (U/mL)
1	7	4,448
2	8,5	4,126
3	8	3,962
4	9,5	3,900
5	7,5	3,832
6	9	3,629

Hasil penelitian menunjukkan, bahwa pada pH 7 produksi xilanase tertinggi yaitu 4,448 U/mL, diikuti oleh pH 8,5 yaitu 4,126 U/mL, pH 8 yaitu 3,962 U/mL, pH 9,5 yaitu 3,900 U/mL. pH 7,5 yaitu 3,832 U/mL. Produksi xilanase terendah pada pH 9 yaitu sebesar 3,629 U/mL.

### 3. Potensial enzim xylanase terhadap pemutih kain

Penggunaan enzim xylanase dari isolate MS 18 Solok Selatan sebagai bahan pemutih kain didapatkan bilangan kappa yang terdapat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Bilangan Kappa pada Kain

No	Perlakuan	Rata-rata Bilangan Kappa
1	kontrol	6,46
2	Kain + enzim	2,04

Berdasarkan Tabel 3 didapatkan bilangan kappa pada kontrol (kain tanpa diberi enzim xilanase) lebih tinggi dibandingkan dengan kain yang diberi enzim xilanase. Hal ini menjadikan enzim xilanase dapat digunakan sebagai zat pemutih kain yang ramah lingkungan sebab enzim xilanase mampu mencerahkan kain dengan menurunkan bilangan kappa. Hasil bilangan kappa yang rendah menunjukkan semakin putihnya kain (Brightness) sebab xilanase dapat memutuskan ikatan xilan dengan lignin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kain yang diberi enzim xilanase memperoleh nilai bilangan kappa sebesar 2,04 sedangkan kontrol (kain tanpa diberi enzim xilanase) nilai bilangan kappanya lebih tinggi yaitu sebesar 6,46.

## B. Pembahasan

### 1. Optimasi Suhu Inkubasi Bakteri Termofilik untuk Produksi Enzim Xilanase

Suhu berperan penting dalam aktivitas enzim. Setiap enzim mempunyai suhu tertentu untuk dapat bekerja optimal. Dalam kondisi optimum enzim mempunyai sisi aktif yang sesuai dengan substrat sehingga bisa berikatan dengan substrat dan dapat menghasilkan produk. Saat suhu optimum pergerakan antara molekul akan meningkat lebih cepat sehingga enzim dapat berikatan dengan lebih banyak substrat sehingga enzim dapat menghasilkan produk dengan optimal.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada suhu 50°C produksi xilanase tertinggi yaitu 3,792 U/mL, diikuti oleh suhu 55°C yaitu 3,504 U/mL, suhu 70°C yaitu 3,233 U/mL, suhu 75°C yaitu 2,928 U/mL, suhu 60°C yaitu, 2,911 U/mL, produksi xilanase terendah pada suhu 65°C yaitu 2,838 U/mL. Suhu 50°C merupakan suhu tertinggi produksi xilanase, sehingga suhu tersebut merupakan suhu optimum dalam memproduksi enzim xilanase bakteri termofilik.

Berdasarkan hasil penelitian Habibie *et al.*, (2014) aktivitas enzim xilanase kasar memperoleh titik maksimumnya pada suhu 50°C, kemudian aktivitas enzim xilanase menurun setelah disuhu 50°C. Kondisi pada suhu ini mengalami kenaikan energi yang menyebabkan molekul-molekul enzim dan substrat lebih mudah menempel sehingga dapat mempermudah proses pembentukan kompleks enzim-substrat sehingga produk yang dihasilkan semakin banyak. Sama halnya dengan hasil penelitian Septiningrum (2013) karakterisasi enzim xilanase dari *Bacillus* yang digunakan dalam proses pre-bleaching memiliki suhu optimum 50°C.

Menurut Baehaki (2011) setiap enzim memiliki aktivitas maksimum di suhu tertentu, aktivitas enzim akan semakin meningkat sejalan dengan bertambahnya suhu sampai ke suhu optimum. Hasil penelitian Putri (2018) produksi xilanase bakteri termofilik isolat SSA 2 memiliki suhu optimum yaitu pada suhu 60°C. Tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian Putri (2019) bahwa suhu optimum bakteri termofilik isolat SSA 2 untuk proses Biobleaching pulp yaitu pada suhu 60°C.

Suhu sangat berpengaruh dalam kecepatan pertumbuhan mikroorganisme, kecepatan sintesis enzim dan juga kecepatan inaktivasi enzim (Knob dan Carmona 2008). Kemampuan aktivitas enzim pada suhu tinggi ini dipengaruhi oleh banyaknya ikatan disulfida pada struktur protein enzim. Ikatan disulfida (-S-S- atau sistin) merupakan ikatan kovalen yang sangat kuat sehingga dibutuhkan suhu yang sangat tinggi untuk dapat mengurai ikatannya. Ikatan disulfida dapat menstabilkan struktur sekunder dan struktur tersier protein enzim sehingga protein termoenzim tetap stabil disuhu tinggi dan tidak kehilangan kemampuan katalisnya. Kemudian dengan meningkatnya suhu sampai pada suhu tertentu akan meningkatkan jumlah tumbukan antara sisi aktif enzim dengan substrat, oleh karena itu kecepatan reaksi dan aktivitas enzim dapat meningkat (Murray *et al.*, 2003).

Pada perlakuan suhu 55°C, 70°C, 75°C, 60°C, 65°C aktivitas enzim xilanase mengalami penurunan yang signifikan. Hal ini dikarenakan apabila suhu inkubasi mengalami kenaikan diatas suhu optimum, dapat menyebabkan aktivitas enzim menurun akibat denaturasi xilanase, kemudian dapat terganggunya sisi aktif enzim sehingga enzim tidak dapat bekerja dengan baik (Widhiana, 2015).

Menurut Madigan *et al.*, (2012) metabolisme suhu dapat meningkat sampai pada saat terjadinya denaturasi. Saat mencapai keadaan denaturasi tersebut, fungsi dari sel akan menurun ke titik nol, sehingga kerja enzim akan terganggu. Suhu yang tidak sesuai dengan substrat bisa merubah konformasi substrat, sehingga substrat tidak dapat masuk pada bagian sisi aktif enzim (Rumiris *et al.*, 2012).

## 2. Optimasi pH Inkubasi Bakteri Termofilik untuk Produksi Enzim Xilanase

pH adalah salah satu faktor yang mempengaruhi produksi enzim xilanase oleh bakteri termofilik isolat MS 18. Enzim dapat aktif apabila berada dikondisi ionisasi yang tepat sehingga enzim mempunyai konformasi yang sama dengan substrat dan bisa menghasilkan produk dengan maksimal.

Hasil penelitian menunjukkan, bahwa pada pH 7 produksi xilanase tertinggi yaitu 4,448 U/mL, diikuti oleh pH 8,5 yaitu 4,126 U/mL, pH 8 yaitu 3,962 U/mL, pH 9,5 yaitu 3,900 U/mL. pH 7,5 yaitu 3,832 U/mL, produksi xilanase terendah pada pH 9 yaitu sebesar 3,629 U/mL. Nilai produksi enzim tertinggi yaitu pada pH 7, hal tersebut menunjukkan bahwa pH 7 merupakan pH optimum dalam memproduksi enzim xilanase bakteri termofilik.

Menurut Beg *et al.*, (2001) pH optimum enzim xilanase dari bakteri termofilik adalah pH 5-9. Hal ini menunjukkan bahwa pH optimum dari isolat MS 18 berada dalam kisaran pH optimum bakteri xilanase pada umumnya. Mulyani (2010) menyebutkan kondisi pH optimum enzim akan terbentuk  $H^+$  dan  $OH^-$  yang tepat dalam reaksi enzimatik untuk membentuk produk sehingga saat kondisi pH optimum xilanase dapat menghasilkan produk xilosa dengan maksimal.

Hasil penelitian Fitria *et al.*, (2017) karakterisasi enzim xilanase dari *Bacillus safencis* memiliki aktivitas enzim tertinggi pada pH 7 yaitu sebesar 1,151 U/mL. Hal ini dikarenakan pada pH tersebut enzim memiliki muatan yang dapat mendukung kestabilan struktur enzim (Bommarius dan Broering, 2005). Berdasarkan hasil penelitian Habibie *et al.*, (2014) enzim xilanase kasar hasil isolasi dari bakteri termofilik isolat C211 memiliki pH optimum 7 dengan nilai aktivitas enzim yaitu 3,95 Unit/mL. Dalam kondisi pH optimum enzim mempunyai konformasi sisi aktif yang sesuai dengan substrat sehingga dapat membentuk kompleks enzim-substrat yang tepat sehingga dapat menghasilkan produk secara maksimal.

Menurut Irdawati (2018) sumber air panas Sapan Sungai Aro memiliki pH optimum 8 atau bersifat basa. Tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian Putri (2018) produksi aktivitas xilanase bakteri termofilik isolat SSA 2 memiliki nilai tertinggi pada pH 9 yaitu 10,056 U/mL, dan diikuti oleh pH 7 yaitu 10,043 U/mL, hal tersebut menunjukkan bahwa bakteri termofilik isolat SSA 2 memiliki range pH optimum disekitar pH 8 (7 dan 9).

Pada pH 8,5; 8; 9,5; 7,5 dan 9 menghasilkan produksi xilanase yang menurun karena pada sisi aktif enzim tidak berada dalam kondisi ionisasi yang tepat. Menurut Mulyani (2010) kondisi pH optimum kelebihan ion  $H^+$  berpengaruh terhadap konformasi xilanase secara keseluruhan, terjadinya perubahan konformasi enzim tersebut menjadikan enzim tidak dapat berikatan dengan substrat sehingga aktivitas protein menurun. Terjadinya penurunan aktivitas xilanase dikarenakan keadaan lingkungan basa pada sisi aktif yang mengalami perubahan. Menurut Sholihati *et al.*, (2015)

perubahan pH lingkungan dapat mengakibatkan aktivitas enzim ikut mengalami perubahan walaupun masih banyak juga faktor lain yang bisa mempengaruhi aktifitas enzim seperti suhu atau komposisi media.

### 3. Potensi Enzim Xilanase Terhadap Pemutih Kain

Penggunaan enzim xilanase dari isolat MS 18 solok selatan sebagai bahan pemutih kain dapat dilihat dari tingkat kecerahan kain yang diberi enzim xilanase dengan enzim yang tidak diberi enzim xilanase (kontrol). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kain yang diberi enzim xilanase memperoleh nilai bilangan kappa sebesar 2,04 sedangkan kontrol (kain tanpa diberi enzim xilanase) nilai bilangan kappanya lebih tinggi yaitu sebesar 6,46 dan sampel kain yang ditambah enzim xilanase memiliki tingkat kecerahan kain yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel kain yang tidak diberi enzim xilanase (kontrol) (Gambar 1). Hal ini menunjukkan bahwa enzim xilanase berpotensi sebagai bahan atau zat pemutih kain yang ramah lingkungan sebab mampu meningkatkan kecerahan pada kain, karena enzim xilanase dapat memutuskan ikatan xilan dengan lignin.



**Gambar 1.** Tingkat kecerahan kain setelah ditambahkan enzim xilanase (enzim 1 dan 2) dan kain tanpa diberi enzim xilanase (kontrol 1 dan 2).

Penggunaan enzim xilanase menyebabkan serat kain memiliki porositas yang lebih besar, penggelembungan dan hilangnya kepadatan dalam mikrofibril bubuk kain. Permukaan saat kain menjadi lebih halus dan berdingding lebih tipis juga diameter serat kain yang meningkat secara signifikan. Hal ini dipengaruhi oleh enzim yang dapat merubah formasi ikatan hidrogen pada rantai selulosa sehingga memungkinkan lignin dapat terlepas dengan mudah sehingga warna kain semakin putih. Xilanase lebih efektif dalam bioscouring untuk menghilangkan hemiselulosa. *Bioscouring* dari kain rami dapat menghasilkan perbaikan dari berbagai sifat fisik kain rami setelah proses pemutihan. Didapatkan tingkat keputihan dan kecerahan kain rami setelah penggunaan enzim masing-masing meningkat yaitu sebesar 10.96% dan 15.64% dibandingkan dengan pemutih yang diproses secara kimiawi (Garg *et al.*, 2013).

Berdasarkan hasil penelitian Battan *et al.*, (2012) *Bioscouring* kain katun dengan menggunakan enzim xilanase menghasilkan peningkatan dalam berbagai sifat fisik kain seperti tingkat keputihan pada warna kain, kekuatan tarik kain dan sobek kain yaitu masing-masing sebesar 0,9, 1,12 dan 1,1%, dibandingkan dengan penggunaan secara konvensional kain gosok alkali. Menurut hasil penelitian Hidayati (2021) penggunaan enzim xilanase dari bakteri termofilik MS 18 berpotensi sebagai zat pemutih kain yang ramah lingkungan dikarenakan mampu mencerahkan kain dengan menurunkan bilangan kappa sebanyak 2,21 dibandingkan tanpa penggunaan xilanase (3,42). Semakin rendah bilangan kappa menunjukkan semakin putihnya kain (*brightness*) dikarenakan xilanase dapat memutuskan ikatan xilan dengan lignin.

Menurut penelitian Irdawati *et al.*, (2020) bilangan kappa pulp yang diberi enzim xilanase dari sel amobil bakteri termofilik lebih rendah (6,71) dibandingkan dengan pulp yang tidak diberi enzim xilanase (8,01). Penambahan enzim xilanase menjadikan derajat keputihan pada kain semakin meningkat. Sama halnya dengan hasil penelitian Bajpai (2004) menyebutkan bahwa proses pemutihan pada industri pulp yaitu dengan menghilangkan lignin dari pulp yang merupakan salah satu tahapan untuk menghasilkan bubuk kertas dengan tingkat kecerahan yang lebih tinggi.

Terjadinya penurunan klor aktif yang dipakai pada kain yang diberikan perlakuan xilanase mengindikasikan bahwa konsumsi klordioksida yang dipakai akan lebih hemat dan pada proses bioscouring menjadi lebih ramah lingkungan (Septiningrum *et al.*, 2016). Penggunaan xilanase saat tahapan pra-pemutihan dapat mereduksi penggunaan bahan kimia berbasis dasar klorin/ bahan pengoksidasi yang bersifat toksik sebanyak 20-40% (Beg *et al.*, 2001).

## Ucapan Terima Kasih

Pertama terimakasih kepada Allah SWT yang telah melancarkan urusan saya, terima kasih kepada Ibu Dr. Irdawati, M. Si sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, pikiran dan tenaga untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan artikel ini, terimakasih kepada diri saya sendiri telah bisa kuat dan sabar, terimakasih kepada seluruh teman dan kerabat yang telah membantu saya dan terimakasih juga kepada seluruh dosen dan staff biologi yang telah memberikan kenyamanan fasilitas untuk menyelesaikan artikel ini.

## Daftar Pustaka

- Baehaki A, Rinti & Budiman A. 2011. Isolasi dan karakterisasi protease dari bakteri Tanah Rawa Indralaya, Sumatera Selatan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 22(1):10-16.
- Battan B, Saurabh SD, Sonia A, Ritu M & Jitender S. 2012. Penerapan Xilanase Termotabil Dari *Bacillus Pumilus* Dalam Pengolahan Tekstil. *Indian J Microbiol*. 52(2): 222-229.
- Bajpai P. 2004. Biological Bleaching Of Chemical Pulps. *Critical Reviews In Biotechnology*. 24(1):1-58.
- Beg QK, Kapoor M, Mahajan L & Hoodal GS. 2001. Microbial xylanases and their industrial applications: A Review. *Applied microbiology and biotechnology*. 56(3-4): 326-338.
- Bommarius AS & Broering JM. 2005. Evaluation of Hofmeister effects on the kinetic stability of proteins. *The Journal of Physical Chemistry B*. 109: 20612-20619.
- Budiman A & Setyawan S. 2009. Pengaruh Konsentrasi Substrat, Lama Inkubasi dan pH Dalam Proses Isolasi Enzim Xilanase Dengan Menggunakan Media Jerami Padi. *Teknik Kimia UNDIP*. Unpublish
- Dhiman SS, Sharma J & Battan B. 2008. Pretreatment Processing of Fabrics by Alkalothermophilic Xylanase from *Bacillus Stearothermophilus* SDX. *Enzyme Microb. Technol*. 43: 262-269.
- Erika E, Rochmah A, Sumardi S & Mulyono M. 2016. Optimasi Media Produksi Xilanase dari *Bacillus* sp. Medium Optimization of Xylanase Production from *Bacillus* sp. *Jurnal Selulosa*. 6(1): 19-26.
- Fitria F, Sri P, Budi R, Nanik R & Yopi Y. 2017. Pemurnian Parsial dan Karakterisasi Enzim Xilanase dari Bakteri Laut *Bacillus safencis* strain LBF P20 Asal Pulau Pari Jakarta. *AGRITECH*. 37(1): 30-37.
- Garg G, Dhiman SS, Gautam R, Mahajan R, Patra KA & Sharma J. 2013. Bioscouring of Jute Fabric by Cellulase-Free-Alkalo-Thermostable Xylanase From *Bacillus pumilus* ASH. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.molcatb.2012.08.002>
- Habibie FM, Wardani AK & Nurcholis M. 2014. Isolasi dan Identifikasi Molekuler Mikroorganisme Termofilik Penghasil Xilanase dari Lumpur Lapindo. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 8(1): 231-238.
- Hidayati Z. 2021. Aplikasi Enzim Xilanase Bakteri Termofilik Menggunakan Substrat Limbah Pertanian Sebagai Zat Pemutih Pakaian Yang Ramah Lingkungan. *Skripsi*. Padang. Universitas Negeri Padang.
- Irdawati, Ilsa SP, Syamsuard & Anthoni A, Yetria R. 2018. The Thermophilic Bacterial Growth Curve. *Bioscience*. 2(2): 58-64.
- Irdawati, Syamsuardi, Anthoni A, Yetria R & Heffi A. 2016. Profil Pertumbuhan Bakteri Termofilik Penghasil Xilanase Alkali dari Sumber Air Panas Mudiak Sapan, Solok Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan dan Sains Biologi* 2, 19, 25, dan 26 November, Bengkulu.
- Irdawati, Ahmad F, Syamsuardi S, Agustien A & Rilda Y. 2020. Pengaruh Temperatur terhadap Aktivitas Enzim Amobil Xilanase dalam Proses Biobleaching Kertas (Pulp). 5(2): 67-72. ISSN: 2722-2829
- Irfanto H. 2013. Proses Bleaching Pelepeh Sawit Hasil Hidrolisis sebagai Bahan Baku Nitroselulosa dengan Variasi Suhu dan Waktu Reaksi. *Skripsi*. Pekanbaru. Universitas Riau.
- Knob A & Carmona EC. 2008. Xylanase production by *Penicillium sclerotiorum* and its characterization. *World Applied Sciences Journal*. 4(2): 277-283.
- Madigan MT, Martinko JM, Stahl DA & Clark DP. 2012. *Biology of Microorganisms*. Tokyo: Benjamin Cummings.
- Marisa AL. 2013. *Aspergillus niger*  $\beta$ - Glucosidase Has a Cellulase-like Tadpole Molecular Shape. *The Journal of Biological Chemistry*. 288: 32991-33005.
- Miguel ASM, Meyer TSM, Figueiredo EVC, Lobo BWP & Ortiz GMD. 2013. *Enzymes in Bakery: Current and Future Trends*. Licensee In Tech. Faculty of Pharmacy, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil.
- Mishra, BK and Dadhich SK. Production of Amylase and Xylanase Enzymes from Soil Fungi of Rajasthan. *Journal Adv. Dev. Res*. 1(1). 21-23.
- Mulyani NS, Asy'ari M & Prasetiyoningsih H. 2009. Penentuan konsentrasi optimum oat spelt xylan pada produksi xilanase dari *Aspergillus niger* dalam media PDB (Potato Dextrose Broth). *J Kim Sains & Apl*. 12(1).

- Mulyani NS. 2010. Penentuan Temperatur dan pH Optimum pada Uji Aktivitas Hasil Isolasi dari *Aspergillus niger* dengan Menggunakan Media Pertumbuhan Sekam Padi. Prosiding seminar nasional kimia dan pendidikan kimia. 241-247.
- Murray RK, Granner DK, Mayes PA & Rodwell VW. 2003. *Biokimia Harper. Terj. Harper's biochemistry*. Jakarta: EGC.
- Nasution SM. 2015. Analisa Kandungan Klorin (Cl<sub>2</sub>) pada Beberapa Merek Pembalut Wanita yang Beredar di Pusat Perbelanjaan di Kota Medan. *Lingkungan dan Keselamatan Kerja*. 3(1), 144-62.
- Peraturan Menteri Kesehatan No. 472, 1996. Pengamanan Bahan Berbahaya Bagi Kesehatan. Jakarta.
- Putri IS. 2018. Kemampuan Bakteri Termofilik dalam Memproduksi Xilanase Pada Variasi pH dan Suhu dari Sumber Air Panas Sapan Sungai Aro. *Skripsi*. Padang. Universitas Negeri Padang.
- Richana N. 2002. Produksi dan Prospek Enzim Xilanase dalam Pengembangan Bioindustri di Indonesia. *Buletin Agrobio*. 5(1): 29-36.
- Rumiris M, Devi S & Dahliaty A. 2012. Optimalisasi Suhu Produksi Enzim Selulase dari Bakteri Selulolitik yang diisolasi Dari Sungai Siak. *Jurnal Kimia*. 7(1): 1-7.
- Sholihati AM, Baharuddin M & Santi. 2015. Produksi dan uji aktivitas enzim selulase dari bakteri *Bacillus subtilis*. *Al Kimia*. 3(2): 78-90.
- Susilowati PE, Raharjo S, Kurniawati D, Rahim R, Sumarlin S & Ardiansyah A. 2012. Produksi Xilanase dari Isolat Sumber Air Panas Sonai, Sulawesi Tenggara, Menggunakan Limbah Pertanian. *Jurnal Natur Indonesia*. 14(3): 199-204.
- Trismilah S. 2000. Pemanfaatan Kulit Pisang Sebagai Sumber Karbon Oleh *Bacillus Stearothermophilus* DSM 22 Untuk Produksi Enzim Xilanase. Seminar Nasional Industri Enzim dan Teknologi II. 403- 410.
- Widhiana ET, Ardhiningsih P, & Destiarti L. 2015. Produksi dan Karakterisasi Xilanase Dari Jamur Xilanolitik Asidofilik. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*. 4(2).