

Aktivitas Enzim Selulase Kasar dari Isolat Bakteri Larva *Cossus cossus* dalam Hidrolisis Jerami Padi

Maswati Baharuddin^{1*}, Abdul Rauf Patong², Ahyar Ahmad², Nursiah La Nafie²

¹Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Makassar

²Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Hasanuddin

Jl. Perintis Kemerdekaan Km 10 Tamalanrea, Makassar Sulawesi Selatan, Indonesia 90245

*Email: bmaswati@gmail.com

Abstrak

Limbah Industri dan pertanian yang mengandung selulosa mempunyai potensi sebagai bahan bakar alternatif terutama jerami padi. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan uji hidrolisis isolat CC1 dan CC4 bakteri dari usus larva *Cossus cossus* pemakan kayu dengan menggunakan lignoselulosa dan selulosa jerami padi yang telah di hilangkan ligninnya dengan cara kimia dan jerami padi yang belum diproses. Pengukuran aktivitas enzim selulase menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada suhu dan pH optimum yang telah ditentukan sebelumnya. Dengan menggunakan metode Nelson Somogyi didapatkan aktivitas tertinggi enzim selulase dalam menghidrolisis substrat yakni pada serbuk selulosa dengan aktivitas optimum isolat CC4 pada pH 4 sebesar 2.775×10^{-2} U/mL sedangkan pada isolat CC2 aktivitas enzim 4.359×10^{-2} U/mL, hal ini karena hidrolisis yang terjadi secara enzimatik pada substrat selulosa dengan enzim selulase akan menguraikan selulosa menjadi bentuk yang sederhana yakni glukosa.

Kata kunci: Selulase, isolat bakteri, larva *Cossus cossus*.

Abstract

Industrial and agricultural wastes containing cellulose has the potential as an alternative fuel, especially rice straw. This study was conducted to test the CC1 and CC4 hydrolysis of bacterial isolates from the gut of wood-eating larvae *Cossus cossus* using rice strawlign cellulose and cellulose that has been removed lignin by chemical mean sand unprocessed rice straw. Measurement of cellulose enzyme activity using UV-VIS spectrophotometer at the optimum temperature and pH predetermined. By using the method of Nelson Somogyi obtained the highest activity in the cellulase enzymes hydrolyze the substrate on cellulose powder with optimum activity at pH 4 CC4 isolates of 2.775×10^{-2} U/mL, while the enzyme activity CC2 isolates 4.359×10^{-2} U/mL, this occurs due to the enzymatic hydrolysis of cellulosic substrates with cellulase enzymes will outline the cellulose into glucose which is a simple form.

Keywords : bacterial isolates, cellulase, , larvae of *Cossus cossus*.

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan program pemerintah dalam mencari energi alternatif pengganti minyak bumi, maka berbagai cara telah dilakukan dan salah satunya adalah produksi bioetanol. Bioetanol dapat diproduksi dari berbagai bahan seperti bagas dan jerami. Limbah industri dan pertanian diantaranya limbah dari pabrik gula, tandan kelapa sawit, kayu dan batang pisang. Bahan-bahan limbah tersebut memiliki kandungan lignoselulosa

yang melimpah, namun belum digunakan secara maksimal. Pemanfaatan lignoselulosa untuk produksi bioetanol dapat menjadi pertimbangan karena tidak bersaing dengan kebutuhan pangan (Trisanti 2009).

Namun, penggunaannya sebagai bahan baku perlu proses delignifikasi. Proses ini mampu menghilangkan sebagian lignin dan hemiselulosa yang melindungi molekul selulosa. Pada saat yang bersamaan terjadi pemutusan ikatan hidrogen terutama ikatan

intermolekul selulosa. Akhirnya terbentuk selulosa dalam keadaan tidak terikat. Keadaan ini menyebabkan selulosa menjadi longgar ikatannya dengan komponen non-selulosa maupun pada selulosanya sendiri. Dengan demikian, enzim selulase dapat lebih mudah kontak dengan selulosa dan mempermudah hidrolisis selulosa menjadi gula-gula sederhana.

Penggunaan enzim selulase pada proses ini karena telah umum digunakan untuk berbagai keperluan. Selulase dapat diaplikasikan dalam industri kertas, tekstil, makanan, dan detergen. Selain itu, enzim ini digunakan untuk meningkatkan kualitas nutrisi pakan ternak dan berperan penting dalam biokonversi selulosa menjadi berbagai komoditas senyawa kimia. Enzim selulase ini dapat diproduksi oleh fungi, bakteri serta mikroorganisme. Mikroorganisme penghasil selulase dari kelompok bakteri memiliki tingkat pertumbuhan yang cepat sehingga waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi selulase menjadi lebih pendek.

Bakteri selulolitik menghasilkan enzim secara induktif, yaitu enzim yang dihasilkan karena adanya induktor dari senyawa kimia tertentu dalam media produksinya. Salah satu contoh enzim induktif yaitu enzim yang dihasilkan di dalam media pertumbuhan hanya ada selulosa sebagai satu-satunya sumber karbon. Kondisi ini akan menginduksi mikroorganisme menghasilkan selulase agar dapat menghidrolisis selulosa menjadi glukosa. Glukosa merupakan gula sederhana yang dapat langsung digunakan tanpa harus didegradasi terlebih dahulu sebagai sumber karbon untuk memasuki jalur glikolisis dalam proses metabolismenya. Akibatnya pembelahan sel berlangsung dengan cepat dan jumlah sel bertambah banyak sehingga konsentrasi enzim akan meningkat dan aktivitas enzim makin besar.

Larva *Cossus cossus* merupakan salah satu serangga yang mampu menghasilkan enzim selulase yang menggunakan pohon

sebagai tempat hidup dan makanannya. Larva ini memiliki karakteristik yang mencerminkan cara hidup mereka, mengebor pada kayu dan batang. Kepala besar, lebih panjang dan lebar dengan rahang besar. *Prothorax* berbentuk seperti plat yang khas atau perisai yang memiliki ekor margin halus (Southdene 1986).



Gambar 1. Larva *Cossus cossus*

Berdasarkan hal tersebut diatas, maka dilakukan penelitian tentang potensi enzim selulase dari isolat bakteri larva *Cossus cossus* dalam hidrolisis jerami padi.

2. METODE PENELITIAN

Isolasi Lignoselulosa dan Selulosa dari Jerami Padi

Isolasi lignoselulosa dari jerami dilakukan dengan terlebih dahulu mengeringkan jerami yang akan digunakan sampai ukuran 40 mesh. Jerami padi yang telah diayak kemudian dicuci dengan akuades. Campuran disaring, residu selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C. Setelah itu ditambahkan HCl 3% untuk melarutkan mineral-mineral yang terkandung di dalam jerami padi. Kemudian disaring, dan residunya dicuci dengan akuades sampai pH netral (uji dengan lakmus) selanjutnya dikeringkan dalam oven. Sedangkan untuk Isolasi selulosa dilakukan dengan menambahkan larutan NaOCl 10% kedalam serbuk lignoselulosa, kemudian dilakukan maserasi selama 24 jam. Kemudian campuran disaring dan endapannya dicuci dengan

akuades sampai pH netral (uji dengan lakmus), dikeringkan didalam oven dan ditimbang bobotnya. Selanjutnya dilakukan penentuan kadar lignoselulosa dan selulosa dari jerami padi menggunakan metode (SNI 01-1303-1989).

Produksi Enzim Selulase

Isolat bakteri selulolitik diinokulasikan sebanyak 2 ose dalam 200 ml media CMC Broth 1% (1 gram CMC, K_2HPO_4 0.1 gram, $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ 0.04 gram, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.04 gram, yeast extract 0.4 gram) diinkubasi pada shaker inkubator pada suhu $50^\circ C$ hingga fase eksponensial. Selanjutnya enzim kasar yang diperoleh di sentrifugasi pada kecepatan 3000 rpm selama 15 menit pada suhu $4^\circ C$.

Aktivitas Selulase pada substrat Jerami Padi

Sebanyak 0.05 gram substrat lignoselulosa, selulosa, dan serbuk jerami ditambahkan 5 ml *buffer* dan 5 ml enzim ekstrak kasar. Reaksi antara substrat dan enzim ekstrak kasar dilakukan dalam erlemeyer 100 ml selama 60 menit pada suhu optimum. Setelah itu reaksi dihentikan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Lignoselulosa, Selulosa dari Jerami Padi

Berdasarkan penentuan kadar yang dilakukan (SNI 01-1303-1989), didapatkan kadar lignoselulosa pada jerami padi yakni 22.8698% sedangkan kadar selulosa pada jerami yaitu 31.9813%.

Hidrolisis Lignoselulosa, Selulosa, Serbuk Jerami

Berdasarkan hidrolisis substrat (serbuk lignoselulosa, serbuk selulosa, dan serbuk jerami) menggunakan Isolat CC2 dan CC4 pada pH 7.5 dan 4 (berdasarkan pengujian pH optimum) diperoleh aktivitas enzim pada λ maks 545 adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Data hasil hidrolisis substrat menggunakan enzim selulase dari Isolat CC2 pada pH 7.5

Substrat	Aktivitas Enzim (U/mL)
Lignoselulosa	24.25×10^{-3}
Selulosa	24.25×10^{-3}
Serbuk jerami	20.37×10^{-3}

Tabel 2 Data hasil hidrolisis substrat menggunakan enzim selulase dari Isolat CC2 pada pH 4

Substrat	Aktivitas Enzim (U/mL)
Lignoselulosa	20.75×10^{-3}
Selulosa	27.75×10^{-3}
Serbuk jerami	16.16×10^{-3}

Tabel 3 Data hasil hidrolisis substrat menggunakan enzim selulase dari Isolat CC4 pada pH 7.5

Substrat	Aktivitas Enzim (U/mL)
Lignoselulosa	10.65×10^{-3}
Selulosa	15.02×10^{-3}
Serbuk jerami	9.129×10^{-3}

Tabel 4 Data hasil hidrolisis substrat menggunakan enzim selulase dari Isolat CC4 pada pH 4

Substrat	Aktivitas Enzim (U/mL)
Lignoselulosa	42.95×10^{-3}
Selulosa	43.59×10^{-3}
Serbuk jerami	35.76×10^{-3}

Jerami memiliki kandungan serat kasar yang cukup tinggi, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Larasati (2012) mengenai analisis serat kasar pada jerami padi, didapatkan bahwa didalam jerami padi terdapat 57.04% serat kasar. Tahap isolasi selulosa dilakukan dengan mencampurkan sebanyak 11.8519 gram serbuk lignoselulosa dengan larutan natrium hipoklorit ($NaOCl$) 10% selama 24 jam. Penggunaan konsentrasi larutan natrium hipoklorit ($NaOCl$) yang digunakan adalah 10%, ditentukan berdasarkan banyaknya lignin yang dapat diurai. Hal ini berkaitan dengan penentuan konsentrasi larutan natrium hipoklorit ($NaOCl$) untuk delignifikasi. Semakin tinggi konsentrasi natrium hipoklorit ($NaOCl$) maka semakin banyak pula lignin yang mampu diurai,

konsentrasi maksimum yang digunakan adalah 10% karena jika konsentrasi natrium hipoklorit (NaOCl) yang digunakan lebih dari 10% akan merusak xilan yang berstruktur amorf. Proses ini dilakukan untuk membuka struktur lignoselulosa agar selulosa menjadi lebih mudah diakses oleh enzim yang memecah polimer polisakarida menjadi monomer gula.

Berdasarkan penentuan kadar lignoselulosa, selulosa dan lignin pada serbuk jerami dengan metode SNI, didapatkan kadar lignoselulosa pada jerami padi yakni 22.8698%, hasil ini mendekati kadar lignoselulosa pada jerami padi bersarkan komposisi kimia bahan mentah dan stimulasi produksi etanol yaitu sebesar 23% sedangkan pada kadar selulosa jerami padi didapatkan sebesar 31.9813%, sedangkan berdasarkan pada komposisi kimia bahan mentah dan stimulasi produksi etanol kadar selulosa pada jerami padi sebesar 32%.

Pada penentuan kadar lignin didapatkan diperoleh kadar lignin sebesar 12.2788%. Hasil ini sangat rendah bila dibandingkan dengan hasil pada penelitian yang dilakukan oleh Larasati (2012), yang mendapatkan kadar lignin pada jerami padi yakni sebesar 32.07%, namun hasil dari penelitian ini mendekati nilai kadar lignin berdasarkan komposisi kimia bahan mentah dan stimulasi produksi etanol yakni sebesar 13%. Kadar ini menunjukkan besarnya lignin yang ada pada jerami padi sehingga harus dilakukan penghilangan lignin, karena lignin menghambat proses hidrolisis selulosa. Kadar lignin yang tinggi memperkecil akses enzim terhadap substrat yang menyebabkan rendahnya aktivitas enzim dalam menghidrolisis substrat.

Berdasarkan hasil pengukuran aktivitas enzim terhadap substrat menggunakan Spektrofotometer UV-VIS (Tabel 1 dan 2) untuk isolat CC2 dan (Tabel 3 dan 4) untuk isolat CC4, diketahui bahwa penggunaan serbuk jerami dan serbuk lignoselulosa sebagai substrat dalam hidrolisis menggunakan enzim selulase kurang efisien,

ini dibuktikan pada aktivitas enzim yang sangat rendah yakni 9.12×10^{-3} U/mL pada serbuk jerami, hal ini karena serbuk jerami dan serbuk lignoselulosa masih terikat dengan lignin, dimana lignin dapat menghambat proses hidrolisis enzim. Semakin rendah kadar selulosa yang ada pada substrat maka semakin kecil kemungkinan sisi aktif enzim berikatan dengan substrat, hal ini disebabkan mulai habisnya nutrisi yang tersedia sehingga pertumbuhan sel dan produksi enzim terhenti.

Dengan demikian aktivitas tertinggi enzim selulase dalam menghidrolisis substrat pada pH optimum berlangsung pada substrat selulosa. Hidrolisis yang terjadi secara enzimatik pada substrat selulosa dengan enzim selulase akan menguraikan selulosa menjadi bentuk yang sederhana antara lain selobiosa dan glukosa.

Aktivitas enzim juga disebabkan pada suhu yang digunakan. Pada penelitian ini digunakan suhu 50 °C sebagai suhu optimum untuk menentukan aktivitas tertinggi enzim selulase dalam menghidrolisis substrat.

Penggunaan suhu optimum digunakan untuk mengoptimalkan kerja enzim selulase. Hal ini berarti bahwa ketika enzim berada pada suhu di atas 50 °C akan mengalami kerusakan (denaturasi), namun ketika enzim berada pada suhu dibawah 50 °C, enzim belum aktif.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan aktivitas terbaik enzim selulase dalam menghidrolisis substrat (serbuk jerami, serbuk lignoselulosa, dan serbuk selulosa) yakni pada substrat serbuk selulosa. Hal ini dilihat pada aktivitas enzim setelah diukur dengan Spektrofotometer UV-VIS, untuk Isolat CC4 memiliki aktivitas tertinggi pada selulosa sebesar 4.359×10^{-2} U/mL sama halnya pada isolat CC2 memiliki aktivitas 2.425×10^{-2} U/mL, hal ini ini disebabkan karena enzim yang digunakan adalah enzim selulase yang merupakan enzim yang dapat menghidrolisis selulosa. Dan selulosa yang digunakan adalah selulosa murni.

Selain itu, pada substrat serbuk lignoselulosa didapatkan aktivitas enzim isolat

CC4 sebesar 4.295×10^{-2} U/mL dan pada isolat CC2 serbuk lignoselulosa yaitu 2.07×10^{-2} U/mL. Bila dibandingkan serbuk jerami untuk isolat CC4 3.57×10^{-2} U/ml dan untuk isolat CC2 1.61×10^{-2} .

Besarnya aktivitas enzim pada lignoselulosa dibandingkan pada serbuk jerami jerami disebabkan karena substrat lignoselulosa telah mengalami penghilangan mineral mineral sehingga sebahagian dapat dihidrolisis oleh enzim selulosa. Pada lignoselulosa dan serbuk jerami memiliki aktivitas enzim yang lebih rendah, hal ini karena pada kedua substrat tersebut sebagian komponen pembentuk yakni berupa selulosa dan lignin. Dimana, lignin membungkus dan mengikat selulosa secara fisik sehingga menghalangi enzim selulase bekerja maksimal untuk melakukan hidrolisis pada substrat (Anja 2009).

Analisis aktivitas enzim juga dapat dilakukan secara kualitatif, hal ini dapat dilihat pada penelitian yang telah dilakukan oleh Jonathan (2014), yang menganalisis aktivitas enzim terhadap glukosa yang ada didalam sukun secara kualitatif dengan menggunakan uji benedict. Dimana sampel menunjukkan hasil positif dengan terbentuknya endapan merah bata, hasil ini menunjukkan bahwa enzim bekerja menghidrolisis pati pada sukun.

4. SIMPULAN

Proses isolasi lignoselulosa dari jerami padi dapat dilakukan menggunakan asam klorida (HCl) dan didapatkan kadar lignoselulosa yakni 20.2%. Proses isolasi selulosa dari jerami padi dilakukan menggunakan larutan natrium hipoklorit (NaOCl) 10% dan didapatkan kadar selulosa yakni 32%.

Hidrolisis substrat dengan menggunakan enzim ekstrak kasar pada pH dan suhu optimum menghasilkan aktivitas tertinggi pada selulosa. pada serbuk selulosa dengan aktivitas optimum isolat CC4 pada pH 4 sebesar 2.775×10^{-2} U/mL sedangkan pada isolat CC2 aktivitas enzim 4.359×10^{-2} U/mL,

hal ini karena hidrolisis yang terjadi secara enzimatik pada substrat selulosa dengan enzim selulase akan menguraikan selulosa menjadi bentuk yang sederhana yakni glukosa.

Daftar Pustaka

- Anindyawati Trisanti. 2009. Prosepek Enzim dan Limbah Lignoselulosa untuk Produksi Bioetanol. Serpong (ID): Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI.
- Karakterisasi dan Identifikasi Bakteri Termofilik Amilolitik dengan Menggunakan Metode Fenotipik dan Metode Molekuler Gen Parsial 16S rRN. 2010. [Skripsi]. Bandung (ID): Universitas Pendidikan Indonesia
- Bintang Maria. 2010. *Biokimia Teknik Penelitian*. Jakarta (ID): Erlangga.
- Budiman Albar, Sigit Setyawan. 2011. Pengaruh Konsentrasi Substrat, Lama Inkubasi dan pH dalam Proses Isolasi Enzim Xylase dengan Menggunakan Media Jerami Padi. [Skripsi]. Semarang (ID): Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Departemen Agama Republik Indonesia. 2002. *Al-Qur'an dan Terjemahnya*. Jakarta (ID): Darus Sunnah.
- Dewi IM. Isolasi Bakteri dan Uji Aktivitas Kitinase Termofilik Kasar dari Sumber Air Panas Tinggi Raja, Sumalungun Sumatera Utara. [Tesis]. Medan (ID): Universitas Sumatera Utara.
- Ginting Jusuf. 2009. Isolasi Bakteri dan Uji Aktifitas Enzim Amilase Kasar Termofilik dari Sumber Air Panas Semangat Gunung Kabupaten Karo Sumatra Utara. [Tesis]. Medan (ID): Universitas Sumatera Utara.
- Hartanti. 2010. Isolasi dan Seleksi Bakteri Selulolitik Termofilik dari Kawah Air Panas Gunung Pancar. [Skripsi]. Bogor (ID): Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.
- Harunsiyah, Ridwan. 2014. Pengaruh perlakuan awal biomassa jerami padi untuk merecoveri gula reduksi dengan metode hidrolisa secara enzimatik. *Jurnal Politeknik Negeri Lhokseumawe*: h. 1-9.
- Hermiati, Euis., dkk. "Pemanfaatan Biomassa Lignoselulosa Ampas Tebu untuk Produksi Bioetanol". Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian IPB, 2010.

- IriantoKoes. 2006. *Mikrobiologi: Menguak Dunia Mikroorganisme*. Bandung (ID): Yrama Widya.
- Kamila Laila. Pencirian Selulolitik Isolat khamir *Rhodotorula* sp. dari Tanah Hutan Tanaman Nasional Gunung Halimun.[*Skripsi*]. Bogor (ID): Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.
- LarasatiRaissa. 2012. Sintesis Fase Diam Selulosa-g-AAM dengan Berbagai Kadar Penaut-Silang sebagai Media Separator Xantorizol dari Ekstrak Temu Lawak. [*Skripsi*]. Bogor (ID): Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.
- Melwita Elda. 2011. Ionic Liquid sebagai Katalisator Potensial untuk Meningkatkan Produksi Biofuel.[*Skripsi*]. Palembang (ID): Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- Merina F, Yulinah T.2011. Produksi Bioetanol dari Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan *Zymomonas mobilis* dan *Saccharomyces cerevisiae*. [*Tesis*]. Surabaya (ID): Pascasarjana Institut Teknologi Sepuluh November.
- Mushoffa.2012. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Selulolitik dari Feses Kambing.[*Skripsi*]. Malang (ID): Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Novia, "Hidrolisis Enzimatik dari Fermentasi TKKS yang Didelignifikasi dengan Asam Sulfat dan NaOH untuk Memproduksi Etanol". Palembang: Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, 2011.
- NurhalijahS. 2008. Isolasi Bakteri dan Uji Aktivitas Amilase Kasar Termofilik dari Sumber Air Panas Gurokinayan Karo Sumatera Utara.[*Tesis*]. Medan (ID): Universitas Sumatera Utara.
- Pakpahan R. 2009. Isolasi Bakteri dan Uji Aktivitas Protoase Termofilik dari Sumber Air Panas Sipohon Tapanuli Utara Sumatera Utara.[*Tesis*]. Medan (ID): Universitas Sumatera Utara.
- Purnawan.2011. Pemanfaatan Limbah Serat Industri Tepung Sagu Aren sebagai Bahan Baku Pembuatan Kertas (Pulp) dengan Proses Delignifikasi.[*Skripsi*]. Yogyakarta (ID): Fakultas Sains dan Teknologi AKPRIND.
- RahmiFLA, Dahliaty,SDevi.2014. Optimalisasi Komposisi Media dan Konsentrasi Sumber Karbon Produksi Enzim Selulase Bakteri Selulolitik Strain Lokal S-16 dan S-22.*Jurnal Binawidya Pekanbaru*: 1-9.
- Saropah DA, Akyunul J, Anik M. 2012.Kinetika Reaksi Enzimatis Ekstrak Kasar Enzim Selulase Bakteri Selulolitik Hasil Isolasi dari Bekatul.*Jurnal Kimia*. 2(1):
- Sianturi DC. 2008. Isolasi Bakteri dan Uji Aktivitas Amilase Termofil Kasar dari Sumber Air Panas Penen Sibirubiru Sumatera Utara.[*Tesis*]. Medan (ID): Universitas Sumatera Utara.
- Standar Nasional Indonesia.2008.*Cara Uji Kadar Lignin 0492-2008*. Jakarta (ID): Badan Standar Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. 2009. *Cara Uji Kadar Selulosa, α -selulosa, β -selulosa dan γ -selulosa 0444-2009*. Jakarta (ID): Badan Standar Nasional.
- Wahyuni V. 2001.Aktivitas Selulase Bacillus pumilus Galur 55 yang Diisolasi dari Sumber Air Panas.[*Skripsi*]. Bogor (ID): Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IPB.
- Wayan IB, Ketut B, I Made Y. 2010. Pengaruh Perlakuan Delignifikasi dengan Larutan NaOH dan Konsentrasi Substrat Jerami Padi Terhadap Produksi Enzim Selulase dari Aspergillus niger NRRL A-II 264. *Jurnal Biologi*.XIV(2): 55-61.