

Produksi Xilanase untuk Biokonversi Limbah Biji Kedelai

Nur Richana dan Pia Lestina

Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian

ABSTRAK

Produksi xilanase untuk biokonversi limbah biji kedelai telah dilakukan di Laboratorium Biokimia dan Enzimatik Balitbio. Tujuan penelitian ini untuk melakukan formulasi media dengan xilan dari kulit kedelai sebagai sumber karbon untuk pertumbuhan isolat bakteri dan melakukan optimasi proses produksi xilanase. Formulasi media dilakukan dengan membuat variasi kandungan xilan, polipepton, dan ekstrak khamir. Optimasi proses meliputi suhu, pH dan kecepatan shaker. Hasil ekstraksi xilan dari kulit kacang kedelai diperoleh sekitar 3,2%, yaitu untuk 1 kg kulit ari kedelai diperoleh 32 g xilan. Formulasi media terbaik untuk produksi xilanase dari isolat bakteri AIII-5 dengan sumber xilan dari kulit kedelai ialah polipepton 0,5%, ekstrak khamir 0,1%, dan xilan 1%. Optimasi kondisi proses berdasarkan aktivitas enzim, dan aktivitas spesifik enzim, yaitu pada kondisi kecepatan shaker 120 rpm, suhu 35°C, dan pH 9, yaitu berturut-turut 366,67 U/ml dan 612,14 U/mg protein.

Kata kunci: Xilanase, kulit kedelai

ABSTRACT

Production of xylanase for bioconversion of waste from soybean grain. This experiment was carried out in Laboratory of Biochemistry and Enzymatic. The objectives of this research were obtain appropriate formula of medium consist xylane from outer skin of soybean grain and optimum condition of xylanase production. Medium formulate by 36 combinations were made based on variation of ingredients i.e. xylane, polypeptone, and yeast extract. Optimum condition of processing was determined based on combination of shaker speed, temperature, and pH, which produced of highest value of enzyme activity and specific enzyme. Extraction of xylane resulted 32 grams xylane from 1,000 grams outer skin of soybean grain. The best formula of medium for xylanase production using bacteria isolate AIII-5 from outer skin of soybean grain is combination of 0.5% polypeptone, 0.1% of yeast extract, and 1% xylane. The optimum condition for processing is combination of 120 rpm, 35°C temperature, and pH 9, which resulted the highest value of enzyme activity 366.67 U/ml and enzyme specific activity 612.14 U/mg protein.

Key words: Xylanase, outer skin soybean grain

PENDAHULUAN

Xilanase merupakan enzim ekstraseluler yang dapat menghidrolisis xilan menjadi xilosa dan xilo-oligosakarida. Xilanase dapat dimanfaatkan untuk proses pemutih kertas, campuran pakan ternak, penjernihan sirup, pembuatan gula xilosa, dan sebagainya. Penggunaan xilanase untuk mengurangi pemakaian khlorin dalam pemutih kertas, telah memberikan

peluang untuk aplikasi bioteknologi dan sekarang telah digunakan pada beberapa pabrik kertas (Bourbonnais *et al.*, 1997; Ruiz-Arribas *et al.*, 1995). Untuk proses pemutih kertas dipilih xilanase yang bersifat termostabil dan tahan pada pH alkali (Beg *et al.*, 2001).

Produksi xilanase skala industri membutuhkan tersedianya substrat yang murah dan mudah didapat. Untuk mengatasi masalah tersebut perlu dicari bahan baku berlignoselulosa seperti limbah dari tanaman pangan di antaranya ialah kulit kedelai. Pemanfaatan limbah kacang-kacangan tersebut untuk digunakan sebagai sumber karbon pada media kultivasi bakteri, sehingga diharapkan akan meningkatkan nilai guna dan ekonominya.

Kedelai merupakan hasil pertanian yang telah dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan industri dan pangan. Secara umum penggunaan dan pemanfaatan kedelai terbatas pada biji saja, sedangkan limbah di antaranya kulit arinya belum banyak dimanfaatkan. Komposisi kimia kulit ari kedelai terdiri dari 37,74% serat kasar, 34,9% protein, 0,23% kalsium, 0,58% fosfor, dan zat-zat lain 26,06% (Direktorat Gizi, 1990).

Limbah hasil pertanian tersebut secara kimiawi banyak mengandung lignin, hemiselulosa, dan selulosa yang sering disebut sebagai limbah lignoselulosik. Dari ketiga komponen fraksi serat tersebut, selulosa merupakan komponen terbesar yang sudah dimanfaatkan untuk industri pertanian. Sedangkan untuk hemiselulosa belum banyak dimanfaatkan atau digali potensinya untuk industri pertanian. Kulit ari kedelai mengandung bobot kering selulosa 42-49%, hemiselulosa 29-34%, dan lignin 1-3%.

Memperhatikan hal tersebut berarti limbah lignoselulosik berupa kulit ari kedelai mengandung hemiselulosa yang berpotensi untuk dijadikan sumber bahan baku produk-produk yang memerlukan bahan berkadar hemiselulosa tinggi.

Tujuan penelitian ini untuk melakukan formulasi media dengan xilan dari kulit kedelai sebagai sumber karbon untuk pertumbuhan isolat bakteri dan melakukan optimasi proses produksi xilanase.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Biokimia dan Enzimatik, Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian pada Mei-Oktober 2002. Limbah hasil yang digunakan, yaitu kulit ari kedelai, limbah dari produksi tempe rakyat di Bogor. Sebanyak satu kg kering kulit ari digiling untuk menghasilkan tepung.

Sebagai data dukung tepung kulit ari kedelai ini dilakukan analisis kadar air, abu, serat, dan lignin. Kadar air dari contoh ditentukan dengan metode oven gravi-metri. Dioven pada suhu 105°C sampai bobot konstan (AOAC, 1984). Kadar serat dari contoh bahan ditetapkan dengan cara hidrolisis asam kuat H₂SO₄ 1,25% kemudian dinetralkan dengan NaOH 3,25%

(AOAC, 1984). Kadar lignin dianalisis dengan cara menghidrolisis asam, sisa hidrolisis disaring dan ditimbang (AOAC, 1984).

Kulit ari kedelai digunakan untuk sumber karbon dalam media pertumbuhan bakteri penghasil xilanase sebagai pengganti *oat spelt xylan*. Kadar xilan di-ekstrak menggunakan natrium hipoklorit, disaring, kemudian ditambah NaOH 10% selama 24 jam. Setelah disaring filtratnya dinetralkan dengan HCl, lalu disentrifuga-si. Filtrat yang dihasilkan ditambah etanol. Padatan dikeringkan kemudian ditimbang sampai berat konstan (Yoshida *et al.*, 1994).

Formulasi Media Kultivasi Produksi Xilanase dengan Media Bersubstrat Xilan dari Kulit Kedelai

Formulasi media yang dilakukan dengan membuat variasi komposisi media untuk pertumbuhan bakteri penghasil xilanase. Variasi komposisi media antara lain polipepton (0; 0,1; 0,3; 0,5%), perlakuan ekstrak khamir (0,1; 0,2; 0,3%), K₂HPO₄ (0,1; 0,2; 0,3%), dan xilan (0,5; 0,75; 1,0%).

Isolat bakteri terpilih diuji kemampuannya menghidrolisis bahan berlignosi-lulosa tersebut, dengan mengukur aktivitas xilanase dan kandungan protein terlarut. Kultivasi dilakukan di dalam labu erlemeyer 100

Tabel 1. Matrik perlakuan formulasi media

Bahan	No. kode perlakuan											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Polipepton	0,5	0,3	0,1	0,0	0,5	0,3	0,1	0,0	0,5	0,3	0,1	0,0
Ekstrak khamir	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
Xilan	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
K ₂ HPO ₄	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
MgSO ₄ · 7H ₂ O	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Polipepton	0,5	0,3	0,1	0,0	0,5	0,3	0,1	0,0	0,5	0,3	0,1	0,0
Ekstrak khamir	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
Xilan	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
K ₂ HPO ₄	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
MgSO ₄ · 7H ₂ O	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Polipepton	0,5	0,3	0,1	0,0	0,5	0,3	0,1	0,0	0,5	0,3	0,1	0,0
Ekstrak khamir	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
Xilan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
K ₂ HPO ₄	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
MgSO ₄ · 7H ₂ O	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

ml menggunakan konsentrasi inokulan 10%. Sampel dipanen sesudah 3 hari inkubasi, kemudian diukur bio-massanya dengan pengukuran kerapatan optik pada panjang gelombang 660 nm, protein terlarut diukur dengan metode Bradford (1976) dan aktivitas enzim xilanase.

Optimasi Proses (pH, Suhu, Rpm) untuk Produksi Xilanase dari Isolat Bakteri Unggul pada Media Bersubstrat Xilan dari Tongkol Jagung

Optimasi proses meliputi studi pengaruh pH dan suhu terhadap laju pertumbuhan bakteri dan produksi xilanase menurut Nakamura *et al.* (1993). Interval untuk pH 7-10, sedangkan suhu 25-50°C. Pengamatan dilakukan terhadap biomassa, aktivitas xilanase, kandungan protein terlarut, dan substrat tersisa.

Untuk mengetahui suhu dan pH yang optimal akan dilakukan percobaan dengan rancangan faktorial dua faktor dan 4 level. Kondisi suhu yang dicoba adalah 25, 30, 37, dan 50°C dengan kisaran pH 7, 8, 9, dan 10. Percobaan memerlukan 16 set dengan 3 kali ulangan yang dilakukan pada kecepatan putaran 100, 120, dan 140 rpm. Pengamatan dilakukan seperti pada tahap sebelumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi kulit ari kedelai dari hasil penelitian ini ialah kadar air 7,01%, abu 3,05%, serat 29,71%, dan lignin 2,1%. Kadar serat yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan data yang tercantum pada Direktorat Gizi (1990), yaitu 37,74% bk. Hal ini terjadi karena perbedaan varietas kedelai yang digunakan. Kadar lignin tidak berbeda jauh dengan data yang dikemukakan oleh Mahalko (1984), yaitu 1-3%.

Hasil ekstraksi xilan dari kulit kedelai diperoleh sekitar 3,2%, yaitu untuk 1 kg kulit ari kedelai diperoleh 32 g xilan. Tahap selanjutnya ekstrak xilan tersebut digunakan untuk formulasi media.

Formulasi Media

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi xilan sebagai sumber karbon maupun bahan lain sebagai sumber N dan mineral berpengaruh terhadap protein maupun aktivitas enzim yang dihasilkan. Sumber nitrogen digunakan sebagai nutrisi cadangan apabila karbon dalam media mulai menipis. Pada umumnya sebagai sumber nitrogen digunakan garam amonium, urea, ekstrak khamir, dan pepton.

Ekstrak khamir mengandung asam amino, peptida, vitamin, dan karbohidrat. Komposisi penggunaan ekstrak khamir yang tepat sangat diperlukan dalam proses kultivasi. Penggunaan ekstrak khamir yang cukup tinggi dan adanya pengadukan/ penggoyangan pada saat kultivasi akan menyebabkan timbulnya buih. Hal tersebut tidak diinginkan, karena akan menurunkan aktivitas enzim yang dihasilkan (Crueger, 1984).

Aktivitas enzim sangat dipengaruhi oleh formulasi dan komponen media, dengan aktivitas terkecil ialah 26,71 Umol/menit dan terbesar 186,37 Umol/menit. Hasil analisis statistik menunjukkan penambahan polipepton maupun ekstrak khamir akan menurunkan aktivitas enzim. Penambahan xilan akan meningkatkan aktivitas enzim. Hasil statistik untuk formulasi media terbaik berdasarkan aktivitas enzim ialah polipepton 0,1%, ekstrak khamir 0,2%, dan xilan 1%.

Protein terlarut dari perlakuan formulasi media berkisar antara 0,187 sampai dengan 0,596 g/l. Hasil analisis statistik ternyata hasil optimum pada komposisi polipepton 0,5%, ekstrak khamir 0,1%, dan xilan 1%.

Protein terlarut dapat ditingkatkan dengan penambahan sumber N dalam hal ini ialah polipepton. Semakin tinggi polipepton semakin tinggi protein terlarut yang dihasilkan. Protein terlarut dalam penelitian ini diasumsikan enzim (xilanase) yang dihasilkan. Ternyata hasil tersebut tidak diikuti oleh hasil aktivitas xilanase-nya. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil kondisi optimum berdasarkan aktivitas enzim tertinggi (127,44 Umol/menit), yaitu pada polipepton 0,1% dan ekstrak khamir 0,2%, dan xilan 0,5%, sedangkan komposisi optimum berdasarkan hasil protein tertinggi (0,64 g/l) mempunyai aktivitas enzim 112,42 Umol/menit, yaitu pada komposisi polipepton 0,5%, ekstrak khamir 0,1%, dan xilan 1% (Tabel 2.).

Ekstrak khamir berpengaruh terhadap pertumbuhan isolat bakteri dan hasil metabolisme sekundernya. Semakin banyak ekstrak khamir yang ditambahkan akan meningkatkan aktivitas spesifik enzim. Penambahan ekstrak khamir terbaik ialah 0,3%.

Xilan sebagai sumber karbon berpengaruh terhadap pertumbuhan isolat bakteri. Peningkatan xilan diikuti oleh peningkatan aktivitas spesifik enzim. Berdasarkan analisis statistik tersebut maka komposisi media terbaik ialah polipepton 0,5%, ekstrak khamir 0,1%, dan xilan 1%. Hasil ini digunakan untuk penelitian berikutnya.

Optimasi Proses

Sebelum memproduksi enzim dalam bioreaktor, terlebih dahulu diawali dengan optimasi kondisi proses dalam labu erlemeyer, menggunakan variasi pH, suhu, dan kecepatan goyang inkubator. Penentuan pH kultivasi merupakan faktor yang penting untuk pertumbuhan mikroorganisme dan pembentukan produk metabolitnya.

Lloyd dan Nelson (1984) menyatakan bahwa aktivitas optimum enzim berkisar pada pH pertumbuhan mikroorganisme penghasil enzim tersebut, sehingga pH optimum aktivitas enzim ini berbeda-beda tergantung mikroorganisme penghasil enzimnya (Bull, 1979).

Suhu berpengaruh langsung terhadap kecepatan pertumbuhan mikroorganisme, kecepatan sintesis enzim, dan kecepatan inaktivasi enzim. Suhu yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan proses pengeringan protein

sehingga dapat mengakibatkan kematian sel. Sedangkan suhu yang terlalu rendah dapat mengakibatkan aktivitas enzim berkurang, dan pertumbuhan mikroorganisme terganggu.

Hasil optimasi proses, yaitu pengaruh suhu, pH pada beberapa kecepatan shaker terhadap pertumbuhan biomassa, aktivitas enzim, maupun protein terlarut dapat dilihat pada Tabel 3-5. Biomassa yang dihasilkan pada kecepatan shaker 100 rpm ternyata kenaikan suhu diiringi oleh kenaikan biomassa. Pengaruh pH terhadap biomassa, ternyata sampai pada pH 9 biomassa masih tidak berbeda, kemudian pada pH 10 biomassa mulai turun.

Tabel 2. Hasil pengamatan aktivitas enzim, protein terlarut, dan aktivitas spesifik

No. kode perlakuan	Aktivitas enzim (Umol/menit)	Protein terlarut (g/l)	Aktivitas spesifik (U/g protein)
1	26,71	0,311	86,64
2	53,36	0,340	158,14
3	186,37	0,427	436,45
4	41,63	0,315	85,79
5	119,92	0,385	313,13
6	76,34	0,349	219,66
7	127,44	0,408	336,29
8	113,02	0,370	303,13
9	68,55	0,410	170,98
10	55,67	0,317	180,43
11	67,82	0,363	190,65
12	144,44	0,418	350,63
13	91,27	0,435	216,91
14	105,11	0,548	193,26
15	74,67	0,458	165,72
16	71,55	0,417	170,62
17	121,42	0,596	209,08
18	101,47	0,501	207,7
19	92,63	0,452	228,72
20	78,03	0,399	206,99
21	53,04	0,255	212,19
22	29,23	0,187	156,92
23	85,81	0,258	331,51
24	51,92	0,187	278,43
25	113,23	0,491	233,86
26	92,28	0,461	204,42
27	93,51	0,469	201,64
28	104,39	0,514	203,67
29	112,42	0,624	180,13
30	96,62	0,540	178,67
31	92,03	0,486	193,41
32	102,51	0,590	180,64
33	92,07	0,269	342,36
34	66,66	0,195	307,71
35	84,02	0,250	334,93
36	96,13	0,242	397,96
Rata-rata	88,42	0,395	232,48
BNT KK(%)	80,60	5,3	84,39
Maksimum	127,44	0,624	436,45
Polipepton (P)	ns	**	Ns
Ekstrak khamir (E)	ns	Ns	Ns

Xilan (X)	**	Ns	**
P*E	ns	*	Ns
P*X	*	*	*
E*X	ns	Ns	Ns
P*E*X	ns	**	ns

Tabel 3. Hasil pengamatan optimasi proses untuk kecepatan shaker 100 rpm

Kode		Biomassa (g)	Aktivitas enzim (Unit/ml)	Protein (g/l)	Aktivitas spesifik (U/mg protein)
pH	Suhu				
7	35	33,6	152,76	0,574	266,13
8	35	38,95	141,00	0,514	274,32
9	35	21,15	85,35	0,541	157,76
10	35	32,7	103,68	0,576	180,00
7	45	52,3	153,47	0,537	285,79
8	45	47,8	169,23	0,493	343,26
9	45	47,95	116,45	0,498	233,84
10	45	25,5	100,21	0,495	202,44
7	40	38,65	173,21	0,507	341,64
8	40	40,3	157,46	0,494	
9	40	34,0	205,01	0,607	337,74
10	40	38,15	105,63	0,521	170,09
7	50	60,5	159,51	0,537	297,04
8	50	59,55	182,42	0,513	355,59
9	50	60,5	189,98	0,517	367,47
10	50	51,65	133,03	0,493	269,84
Rata-rata		42,7	145,50	0,526	275,59
BNT KK (%)		71,3	82,65	8,200	83,4
Maksimum		60,5	205,10	0,607	369,47
pH (A)		Ns	**	Ns	**
Suhu (B)		**	**	Ns	**
A*B		ns	**	ns	**

Tabel 4. Hasil pengamatan optimasi proses untuk kecepatan shaker 120 rpm

Kode		Biomassa (g)	Aktivitas enzim (Unit/ml)	Protein (g/l)	Aktivitas spesifik (U/mg protein)
pH	Suhu				
7	35	47,7	364,55	0,696	523,78
8	35	34,1	291,14	0,505	576,51
9	35	46,8	366,67	0,599	612,14
10	35	24,25	156,96	0,488	321,64
7	45	23,8	227,43	0,571	398,3
8	45	44,95	289,03	0,469	616,27
9	45	41,15	258,65	0,595	434,71
10	45	73,85	308,43	0,531	580,08
7	40	48,65	237,89	0,522	455,73
8	40	60,00	115,61	0,530	218,13
9	40	46,9	300,42	0,535	561,53

10	40	14,6	56,12	0,476	117,89
7	50	45,4	162,03	0,543	298,39
8	50	70,4	89,88	0,536	167,68
9	50	41,65	190,29	0,557	341,63
10	50	34,4	62,03	0,568	109,21
Rata-rata		43,65	217,29	0,545	395,85
BNT KK (%)		69,38	81,89	9,5	84,7
Maksimum		73,85	366,67	0,696	616,27
pH (A)		**	**	Ns	**
Suhu (B)		ns	**	Ns	**
A*B		ns	**	ns	**

Tabel 5. Hasil pengamatan optimasi proses untuk kecepatan shaker 140 rpm

Kode		Biomassa (g)	Aktivitas enzim (Unit/ml)	Protein (g/l)	Aktivitas spesifik (U/mg protein)
pH	Suhu				
7	35	49,05	174,36	0,501	348,02
8	35	27,8	35,85	0,490	73,16
9	35	28,15	20,86	0,537	38,85
10	35	24,80	11,2	0,437	25,63
7	45	37,15	103,76	0,566	183,32
8	45	40,75	108,68	0,483	186,42
9	45	51,95	89,64	0,548	163,57
10	45	24,15	-	0,324	-
7	40	42,1	150,0	0,515	291,26
8	40	50,2	185,15	0,565	327,69
9	40	58,5	85,43	0,437	195,49
10	40	46,75	100,97	0,456	221,43
7	50	44,45	73,39	0,215	341,35
8	50	36,65	-	0,201	-
9	50	47,4	150,98	0,292	174,59
10	50	47,4	-	0,226	-
Rata-rata		41,07	99,25	0,420	190,06
BNT KK (%)		75,4	89,67	8,5	89,9
Maksimum		51,95	185,15	0,566	348,02
pH (A)		ns	**	Ns	**
Suhu (B)		ns	**	Ns	**
A*B		ns	**	ns	**

Pada kecepatan shaker 120 rpm perlakuan suhu tidak berpengaruh, tetapi pH berpengaruh. Pada pH 8-9 biomassa lebih tinggi dibandingkan dengan pH 7 maupun pH 10. Sedangkan kecepatan shaker 140 rpm, suhu maupun pH mempunyai hasil yang tidak berbeda nyata. Perlakuan kecepatan shaker, ternyata rata-rata biomassa tinggi dicapai pada kecepatan 12 rpm. Biomassa tertinggi dicapai pada suhu 45°C dan pH 9.

Suhu berpengaruh terhadap aktivitas enzim yang dihasilkan. Pada kecepatan shaker 100 rpm aktivitas enzim tertinggi pada suhu 40°C dan pH 9, yaitu 205,01 U/ml. Pada kecepatan shaker 120 rpm tertinggi pada suhu 35°C, pH 9, yaitu 366,67 U/ml, sedangkan pada kecepatan shaker 140 rpm aktivitas

enzim rata-rata rendah bahkan pada pH 10 aktivitas enzim xilanase tidak terdeteksi.

Protein terlarut ternyata tidak dipengaruhi oleh beberapa kondisi pH, suhu dan kecepatan shaker. Rata-rata protein dari ketiga perlakuan shaker yaitu 100, 120, dan 140 rpm berkisar antara 0,545-0,420 g/l.

Dengan demikian, berdasarkan pengamatan aktivitas enzim dan protein terlarut maka hasil perhitungan aktivitas spesifik hampir sama dengan aktivitas enzimnya. Hasil terbaik berdasarkan aktivitas spesifik enzim, yaitu pada kondisi kecepatan shaker 120 rpm, suhu 35°C dan pH 9, yaitu 612,14 U/mg protein.

KESIMPULAN

1. Karakterisasi kulit ari kedelai dari hasil penelitian ini ialah kadar air 7,01%, abu 3,05%, serat 29,71%, dan lignin 2,1%.
2. Hasil ekstraksi xilan dari kulit kedelai diperoleh sekitar 3,2%, yaitu untuk 1 kg kulit ari kedelai diperoleh 32 g xilan.
3. Formulasi media terbaik untuk produksi xilanase dari isolat bakteri AIII-5 dengan sumber xilan dari kulit kedelai ialah polipepton 0,1%, ekstrak khamir 0,3%, dan xilan 1%.
4. Optimasi kondisi proses berdasarkan aktivitas enzim dan aktivitas spesifik enzim, yaitu pada kondisi kecepatan shaker 120 rpm, suhu 35°C, dan pH 9, yaitu berturut-turut 366,67 U/ml dan 612,14 U/mg protein.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1984.** Official method of analysis of the association of official analytical chemists Vol. IIA. AOAC Int., Washington.
- Beg, Q.K, M. Kapoor, L. Mahajan, and G.S. Hoondal. 2001.** Microbial xylanases and their industrial applications. *J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 56:326-338.
- Bourbonnais, R., M.G. Paice, B. Freiermuth, E. Bodie, and S. Borneman. 1997.** Reactives of various mediators and laccases with kraft pulp and lignin model compounds. *Appl. Environ. Microbiol.* 63:4632.
- Bradford, M.M. 1976.** A rapid and sensitive method for quantitative proteins utilizing the principles of protein dye binding. *Anal. Biochem.* 72:248-354.
- Bull, J.M. 1979.** Progress in industrial microbiology. Vol. XV. John Wiley and Sons. New York.

- Crueger, W. 1984.** Biotechnology: A textbook of industrial microbiology. Sci Tech. Inc. Madison. WI 53705.
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 1990.** Daftar komposisi bahan makanan. Bharatara Karya Aksara, Jakarta.
- Lloyd, N.E. and W.J. Nelson. 1984.** Glucose and fructose containing sweeteners from starch. *In Whesler et al. (Eds.). Starch. Chemistry and Technology.* Academic Press. p. 611-659.
- Mahalko, J.R. 1984.** Effect of consuming fiber from corn bran, soyhull or apple powder on glucose tolerance and plasma, lipid in Type II Diabetes Am. J. Clin. Nutrition 39:25-38.
- 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. and Environ. Microbiol.* 59(7):2311-2316.
- Ruiz-Arribas, A., J.M. Fernandez-Abalos, P. Sanches, AL Gardu, and R.I. Santamaria. 1995.** Over production, purification and biochemical characterization of xylanase I (xys 1) from *Streptomyces halstedii* JM8. *Appl. Environ. Microbiol.* 61(6):2414-2419.
- Yoshida, S., T. Satoh, S. Shimokawa, T. Oku, Ito, and S. Kusakabe. 1994.** Substrat specificity of *Streptomyces* β -xylanase toward glucoxylan. *Biosci. Biotech. Biochem.* 58(6):1041-1044.