

UJI AKTIVITAS HIDROLISIS SELULOSA KULIT JAGUNG PULUT (*Zea mays* L. var. ceratina Kulesh) OLEH *Trichoderma viride* PADA TEMPERATUR DAN WAKTU INKUBASI YANG BERBEDA

Angela Maria Regina Poe^{1*}, Djeffry Amalo² dan Rony S. Mauboy³

¹Program Studi Biologi, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adi Sucipto Penfui, Kupang

*Email: che.drewbizzle@gmail.com

² Program Studi Biologi, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adi Sucipto Penfui, Kupang

³ Program Studi Biologi, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adi Sucipto Penfui, Kupang

ABSTRAK

Kulit jagung pulut memiliki kandungan selulosa yang tinggi yang dapat dihidrolisis menjadi glukosa. Salah satu kapang selulolitik yang dapat dimanfaatkan dalam hidrolisis selulosa adalah *Trichoderma viride*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur dan waktu inkubasi terhadap aktivitas kapang *Trichoderma viride* dalam menghidrolisis selulosa kulit jagung pulut untuk produksi glukosa dan memperoleh temperature dan waktu inkubasi optimum. Penelitian eksperimen menggunakan Rancangan acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 12 perlakuan dan 3 ulangan. Parameter yang diamati adalah kadar glukosa. Data dianalisis dengan ANOVA =95%. Hasil penelitian menunjukkan temperatur tidak berpengaruh signifikan terhadap aktivitas *Trichoderma viride*, sedangkan waktu inkubasi berpengaruh terhadap aktivitas *Trichoderma viride*. Kondisi optimum yang mendukung aktivitas *Trichoderma viride* adalah pada temperatur 36°C dengan waktu inkubasi 96 jam menghasilkan kadar glukosa yang paling tinggi yakni sebesar 31,03 mg/L.

Kata kunci: Kulit jagung pulut, *Trichoderma viride*, Hidrolisis, Selulosa, Glukosa

1. PENDAHULUAN

Jagung adalah tanaman serelia yang memiliki peran penting sebagai salah satu makanan pokok di Indonesia. Salah satu provinsi dengan tingkat konsumsi jagung paling tinggi adalah NTT sebesar 39,21 kg/kapita/tahun (Yusuf dan Syamsuddin, 2013). Jagung merupakan komoditi pertanian terbesar yang ada di Provinsi NTT. Perkebunan jagung dapat ditemukan di semua kabupaten yang ada di NTT, salah satunya adalah Kupang. Produksi jagung di Kupang pada tahun 2017 mencapai 60.589 ton (BPS, 2017). Varietas jagung yang jumlahnya cukup banyak di Kupang adalah jagung pulut. Jagung ini banyak digemari oleh masyarakat karena rasanya yang nikmat dan pulen, sehingga mendorong masyarakat untuk menanamnya dalam jumlah yang banyak sehingga meningkatkan produksi jagung pulut.

Hasil produksi jagung pulut yang melimpah ini juga menyebabkan peningkatan limbah kulit jagung di Kupang, padahal kulit jagung mengandung banyak bahan kimia yang dapat bermanfaat. Kurangnya pengetahuan masyarakat akan kandungan dari kulit jagung membuat masyarakat cenderung memandang kulit jagung sebagai limbah. Senyawa lignoselulosa pada kulit jagung mengandung komponen lignin yang merupakan polimer fenol, selulosa yaitu polimer gula, dan hemiselulosa yang adalah polimer gula dari pentosa utama (Saha, 2003). Limbah kulit jagung ini biasanya dibuang dan dibakar yang hasilnya berupa senyawa yang dapat menyebabkan polusi udara.

Limbah kulit jagung dapat diolah menjadi produk yang memiliki nilai seperti pembuatan bahan kimia (glukosa, cilitol, furfural, dll), bahan bakar ramah lingkungan (bioetanol), biopolimer (selulosa dan turunannya), bahan pakan, dan produksi enzim (Anindyawati, 2010). Kulit jagung mengandung 15% lignin; 5,09% abu; 4,57% alkohol-sikloheksana; dan 44,08% selulosa (Fagbemigun, 2014). Kandungan selulosa yang tinggi pada kulit jagung dapat dihidrolisis menjadi glukosa kemudian difermentasikan untuk menghasilkan bioetanol.

Proses hidrolisis bertujuan untuk memutuskan ikatan selulosa antar monomernya agar menghasilkan glukosa. Hidrolisis dapat dilakukan secara enzimatik dan kimiawi. Hidrolisis secara enzimatik merupakan hidrolisis yang dengan bantuan enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme tertentu. Salah satu mikroorganisme yang berperan dalam hidrolisis selulosa secara enzimatik adalah *Trichoderma viride*. Menurut Aribowo dkk (2012), *Trichoderma viride* merupakan kapang selulolitik yang menghasilkan enzim kompleks selulase yang berperan sebagai pengurai untuk menghidrolisis ikatan kimia dari selulosa menjadi glukosa. Enzim selulase termasuk enzim yang kompleks karena terdiri atas tiga tipe enzim yang dapat bekerja sama dalam menghidrolisis selulosa menjadi glukosa yakni eksoglukanase (ekso-1,4- -D-glukanase), endoglukanase (endo-1,4- -D-glukanase), dan selobiase (-D-glukosidase) (Murashima dkk, 2002).

Aktivitas *Trichoderma viride* dalam menghasilkan enzim selulase dipengaruhi oleh temperatur dan waktu inkubasi. Kedua faktor tersebut berpengaruh terhadap pertumbuhan, jumlah sel, metabolisme sel dan sistem reaksi

enzim yang terjadi di dalam sel, serta aktivitasnya menghasilkan enzim selulase dalam proses hidrolisis untuk membentuk produk akhir. Menurut Enari, 1983 dalam Sebastian, 2011 *Trichoderma viride* dapat tumbuh optimal pada suhu 32-35°C serta pH sekitar 4.

Perlakuan variasi temperatur 30°C, 35°C, 40°C, 45°C, 50°, 55°, 60°C dan lama inkubasi berbeda-beda ditunjukkan bahwa kadar glukosa yang dihasilkan dari hidrolisis selulosa eceng gondok menunjukkan bahwa aktivitas tertinggi *Trichoderma viride* ditemukan pada temperatur 35°C dan lama inkubasi 96 jam (Setyani *dkk*, 2011). Pada penelitian yang dilakukan oleh Lailah *dkk* (2017), aktivitas *Trichoderma viride* pada substrat pasta tepung kulit buah rambutan (*Nephelium lappaceum*) mampu menghasilkan glukosa sebesar 38,552 mg/mL pada waktu fermentasi jam ke-112,104. Penelitian mengenai aktivitas *Trichoderma* sp. pada limbah kulit jagung telah dilakukan oleh Safari *dkk* (2017). Limbah kulit jagung dengan penambahan kapang *Trichoderma* 12 gram dan waktu fermentasi 4 minggu diperoleh kadar glukosa tertinggi sebesar 21,72%.

2. METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kulit jagung pulut, isolate *Trichoderma viride*, NaOH, kertas saring, aluminium foil, aquades, media PDA, CMC, *Yeast Extract*, Pepton, (NH₄)₂SO₄, CaCl₂, MgSO₄, FeSO₄, Buffer Asetat, Ba(OH)₂, ZnSO₄, larutan Nelson-Somogyi, reagen arsenomolibdat.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu autoklaf, oven, inkubator, mikropipet, pH stick, cawan petri, tabung reaksi, labu ukur, gelas beaker, erlenmeyer, *shaker*, jarum ose, bunsen, timbangan analitik, batang pengaduk, *hot plate*, sentrifuge, pipet tetes, gelas ukur, spektrofotometer UV-Vis, kuvet.

Prosedur Penelitian

a. Proses Pretreatment

Kulit jagung pulut yang berasal dari pasar Oesapa, pasar Inpres, area Eltari, dan area Tedis Kupang dicuci, dicacah, dan dijemur di bawah sinar matahari selama 3 hari. Kulit jagung pulut yang sudah kering kemudian dihaluskan dengan penggilingan dan diayak dengan ayakan 40 mesh sehingga diperoleh serbuk kulit jagung.

b. Delignifikasi

Sebanyak 50 gram serbuk kulit jagung pulut hasil pengayakan dilarutkan dalam NaOH 2% (w/v), lalu dilakukan pemanasan pada suhu 90°C selama 3 jam (Hamisan *dkk*, 2009 dalam Aribowo *dkk*, 2012). Kemudian dipisahkan dengan cara disaring menggunakan kertas saring kemudian residu larutan kulit jagung bebas lignin tersebut dicuci dengan aquades hingga pH netral. Kulit jagung kemudian dikeringkan di dalam oven dan siap digunakan pada tahap selanjutnya.

c. Pembuatan Media

1) Media PDA

Media PDA sebanyak 3,9 gram dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang sudah berisi 100 mL aquades lalu dipanaskan dan diaduk sampai homogen. Larutan PDA kemudian dimasukkan ke dalam cawan petri kemudian disterilisasi dalam autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm.

2) Media CMC modifikasi (Aribowo *dkk*, 2012)

Ditimbang masing-masing 3 gram *yeast extract*, 2 gram pepton, 1 gram CMC, 0,2 gram (NH₄)₂SO₄, 0,2 gram CaCl₂, 0,05 MgSO₄, 0,01 gram FeSO₄ dan dimasukkan ke dalam gelas *beaker* yang sudah berisi 60 mL aquades dan diaduk sampai larut kemudian dipindahkan ke labu ukur 100 mL. Lalu ditambahkan buffer asetat pH 5 sampai tanda dan disterilisasi dalam autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm.

3) Media kulit jagung pulut modifikasi

Ditimbang masing-masing 3 gram *yeast extract*, 2 gram pepton, 1 gram serbuk kulit jagung pulut, 0,2 gram (NH₄)₂SO₄, 0,2 gram CaCl₂, 0,05 MgSO₄, 0,01 gram FeSO₄ dan dimasukkan ke dalam gelas *beaker* yang sudah berisi 60 mL aquades dan diaduk sampai larut kemudian dipindahkan ke labu ukur 100 mL. Lalu ditambahkan buffer asetat pH 5 sampai tanda dan disterilisasi dalam autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm.

d. Peremajaan *Trichoderma viride*

Trichoderma viride digoreskan 1 ose pada media PDA dan diinkubasi pada suhu kamar selama 6 hari.

e. Adaptasi *Trichoderma viride* ke media CMC (Aribowo *dkk*, 2012)

Satu ose inokulum *Trichoderma viride* pada media PDA diambil dan ditempatkan secara aseptik pada 100 mL media CMC modifikasi dan dikocok menggunakan *shaker* pada suhu ruang selama 9 hari sampai pertumbuhan *Trichoderma viride* terlihat.

f. Adaptasi *Trichoderma viride* pada media kulit jagung pulut (Aribowo *dkk*, 2012)

Sebanyak 1 mL inokulum *Trichoderma viride* pada media CMC diambil dan ditempatkan secara aseptik pada 100 mL media kulit jagung pulut modifikasi dan dikocok menggunakan shaker pada suhu ruang selama 9 hari sampai pertumbuhan *Trichoderma viride* terlihat.

g. Hidrolisis enzimatis kulit jagung pulut oleh *Trichoderma viride* dengan variasi temperatur dan waktu inkubasi

Disiapkan 36 buah erlenmeyer 250 mL yang berisi 100 mL media kulit jagung pulut dalam buffer asetat pH 5 yang sudah disterilkan. Diambil sebanyak 1 mL inokulum *Trichoderma viride* yang berasal dari inokulum stater lalu ditempatkan secara aseptik ke dalam masing-masing erlenmeyer tersebut dan diinkubasi selama 96 jam. Erlenmeyer yang telah berisi inokulum tersebut kemudian diinkubasi pada temperatur 32°C, 34°C, 36°C, 38°C dan masing-masing dengan waktu inkubasi 84 jam, 96 jam, dan 108 jam, setelah itu dilakukan pengukuran kadar glukosa.

h. Pengukuran Parameter

a. Pembuatan Kurva Standar

Glukosa standar 0,05 gram dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL dan ditambahkan sedikit akuades lalu dikocok sampai homogen kemudian ditambahkan kembali akuades sampai batas dan didapat larutan stok dengan konsentrasi 1000 ppm. Dari larutan stok diencerkan hingga didapat larutan glukosa dengan konsentrasi 100 ppm. Selanjutnya dipipet 2,5 ; 5 ; 7,5 ; 10 ; 12,5 mL ke dalam labu ukur 50 mL dan ditambahkan akuades sampai batas. Larutan tersebut memiliki konsentrasi 10 ; 20 ; 30 ; 40 ; 50 ppm. Disiapkan tabung reaksi yang bersih dan kering, kemudian isi masing-masing dari keenam tabung dengan 1 mL larutan glukosa standart, sedangkan satu tabung lainnya diisi dengan 1 mL aquadest sebagai blanko. Tambahkan 1 mL pereaksi Nelson-Somogyi, lalu dipanaskan dalam air mendidih selama 15 menit. Didinginkan semua tabung dan setelah itu ditambahkan ke dalam setiap tabung 1 mL pereaksi Arsenomolibdat dan dibiarkan selama 1 menit. Larutan hasil yang berwarna hijau kebiruan diencerkan dengan aquades hingga volume menjadi 10 mL. Selanjutnya dibaca serapan pada panjang gelombang maksimum 754 nm.

b. Pengujian Kadar Glukosa dengan Metode Nelson-Somogyi (Setyani *dkk*, 2011).

Disiapkan 36 buah tabung reaksi yang masing-masing diisi dengan 0,1 mL larutan inkubasi (media cair kapang) dari masing-masing hasil inkubasi dari perlakuan D.7. Kemudian larutan inkubasi diencerkan dengan aquades sampai volumenya menjadi 1,5 mL serta masing-masing tabung diisi dengan 0,2 mL Ba(OH)₂ 0,01 M dan 0,2 mL ZnSO₄ 0,01 M. Selanjutnya disentrifuge selama 15 menit pada kecepatan 3000 rpm dan suhu 4°C. Larutan hasil sentrifuge diambil sebanyak 1 mL ditempatkan pada tabung reaksi kemudian ditambahkan dengan 1 mL larutan Nelson-Somogyi, agar larutan dapat cepat bereaksi maka tabung reaksi yang berisi larutan dipanaskan di dalam air mendidih selama 15 menit, lalu didinginkan. Setelah itu dibubuhi 1 mL reagen arsenomolibdat dan dibiarkan selama 1 menit. Larutan hasil yang berwarna hijau kebiruan diencerkan dengan aquades hingga volume menjadi 10 mL. Kemudian masing-masing tabung reaksi dilakukan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang maksimum (754 nm) dengan Spektrofotometer UV-Vis. Kadar glukosa dapat ditentukan dari nilai absorbansi yang diperoleh dengan menggunakan kurva standar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Pengaruh Temperatur dan Waktu Inkubasi terhadap Aktivitas *Trichoderma viride* dalam Hidrolisis Kulit Jagung Pulut

Rata-rata Kadar Glukosa (mg/L)			
Temperatur (°C)	Waktu Inkubasi (jam)		
	84	96	108
32	9,86	10,68	18,72
34	10,39	16,70	22,93
36	15,56	31,03	23,13
38	12,93	17,40	19,66
$\bar{X} \pm SD$	12,19 ^a ± 17,28	18,95 ^b ± 17,68	21,11 ^b ± 40,58

Keterangan : $\bar{X} \pm SD$ = rata-rata ± standar deviasi

Nilai rata-rata yang diikuti *superscript* huruf yang berbeda menunjukkan perlakuan waktu inkubasi berpengaruh nyata pada uji lanjut DMRT dengan taraf signifikan 5%

Berdasarkan hasil uji ANOVA diperoleh bahwa variasi temperatur tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar glukosa yang dihasilkan ($P > 0,05$) sehingga data dianalisis berdasarkan angka empiris, sedangkan waktu inkubasi berpengaruh signifikan terhadap kadar glukosa yang dihasilkan ($P < 0,05$) dan dilanjutkan ke uji Duncan. Adapun interaksi antara temperatur dan waktu inkubasi tidak berpengaruh signifikan ($P > 0,05$).

Data pada Tabel 1 menunjukkan pada temperatur 32°C dengan waktu inkubasi 84 jam dihasilkan kadar glukosa sebesar 9,86 mg/L, sedangkan pada waktu inkubasi 96 jam jumlah kadar glukosa 10,68 mg/L, dan pada waktu inkubasi 108 jam kadar glukosa sebesar 18,72 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa pada temperatur 32°C pertumbuhan *Trichoderma viride* sudah optimal sehingga mampu memecah polimer selulosa menjadi monomer glukosa. Pertumbuhan kapang tidak terlepas dari pengaruh temperatur. Hal ini sesuai dengan teori yang disampaikan oleh Enari, 1983 dalam Sebastian, 2011 bahwa suhu yang mendukung pertumbuhan *Trichoderma viride* adalah pada temperatur 32-35°C. *Trichoderma viride* merupakan kapang selulolitik yang mampu memutuskan ikatan selulosa dengan mensintesis enzim selulase dan menguraikannya menjadi glukosa (Wood, 1985 dalam Sebastian, 2011).

Temperatur 34°C dengan waktu inkubasi 84 jam jumlah kadar glukosa yang dihasilkan 10,39 mg/L, dan pada waktu inkubasi 96 jam jumlah kadar glukosa 16,70 mg/L, sedangkan pada waktu inkubasi 108 jam kadar glukosa 22,93 mg/L. Hasil ini menunjukkan bahwa kadar glukosa yang dihasilkan pada temperatur 34°C lebih tinggi dibandingkan pada temperatur 32°C. Peningkatan ini terjadi seiring dengan peningkatan temperatur dan waktu inkubasi. Pada umumnya semakin tinggi suhu, semakin tinggi pula laju reaksi. Laju reaksi yang meningkat ini akan menyebabkan proses hidrolisis mengalami peningkatan dan kadar glukosa yang diproduksi juga tinggi.

Kadar glukosa tertinggi diperoleh pada temperatur 36°C dimana dengan waktu inkubasi 84 jam kadar glukosa yang dihasilkan sebesar 15,36 mg/L, dan pada waktu inkubasi 96 jam kadar glukosa 31,03 mg/L, sedangkan pada waktu inkubasi 108 jam kadar glukosa 23,13 mg/L. Data ini menunjukkan bahwa aktivitas ketiga enzim selulase yang dihasilkan oleh *Trichoderma viride* sangat tinggi. Hasil ini sesuai dengan penelitian terdahulu oleh Setyani *dkk* (2011) bahwa *Trichoderma viride* memiliki aktivitas yang tinggi pada temperatur 35°C. Namun dalam penelitian ini aktivitas tertinggi kapang ini terjadi pada temperatur 36°C. Peningkatan jumlah glukosa pada temperatur 32-36°C ada kaitannya dengan peningkatan energi kinetik molekul akibat peningkatan suhu. Energi kinetik molekul yang meningkat akan meningkatkan pula gerakan molekul sehingga frekuensi tumbukan juga meningkat yang dapat mempercepat laju reaksi. Tumbukan antarmolekul dapat memberikan energi untuk memutuskan suatu ikatan. Setiap enzim memiliki suhu optimumnya masing-masing, yang mana pada saat itu laju reaksinya meningkat. Berdasarkan hasil diketahui bahwa suhu optimumnya adalah 36°C karena suhu ini menghasilkan kadar glukosa yang tinggi mulai dari waktu inkubasi jam ke-84 sampai jam ke 108. Pada suhu tersebut aktivitas enzim meningkat sehingga memungkinkan terjadinya tumbukan molekul yang paling tinggi, akibatnya reaktan yang diubah menjadi produk makin cepat dan jumlah glukosa yang dihasilkan banyak.

Kadar glukosa yang dihasilkan pada temperatur 38°C dengan waktu inkubasi 84 jam adalah 12,93 mg/L, dan pada waktu inkubasi 96 jam kadar glukosa 17,40 mg/L, sedangkan pada waktu 108 jam jumlah kadar glukosa sebesar 19,66 mg/L. Pada temperatur 38°C ini kadar glukosa cenderung mengalami penurunan. Montesqrit (2007) menyatakan bahwa apabila aktivitas pada suhu di bawah suhu optimum menurun diduga disebabkan oleh rendahnya afinitas antara enzim dengan substrat atau pemutusan kompleks enzim substrat. Dan apabila aktivitas pada suhu di atas suhu optimum menurun diduga disebabkan oleh penurunan stabilitas enzim akibat panas. Perlakuan panas yang berlebih dapat mengakibatkan ikatan pada struktur protein enzim menjadi putus yang pada akhirnya dapat menyebabkan denaturasi pada enzim (Irawadi, 1991 dalam Montesqrit, 2007). Enzim berperan sebagai biokatalisator yang membantu mempercepat suatu reaksi kimia. Apabila enzim mengalami denaturasi maka fungsi enzim menjadi terhambat dan menyebabkan laju reaksi juga ikut menurun. Selain itu, Sholihati *dkk* (2015) menjelaskan bahwa peningkatan suhu akan menurunkan aktivitas enzim karena enzim mengalami perubahan konformasi pada suhu yang tinggi sehingga substrat terhambat dalam memasuki sisi aktif enzim.

Temperatur 36°C memperlihatkan aktivitas kadar glukosa yang tinggi mulai dari waktu inkubasi ke-84 jam sampai jam ke-108. Hal ini menjelaskan bahwa temperatur 36°C merupakan temperatur optimum bagi kapang *Trichoderma viride* dalam mensintesis enzim selulase yang mampu menghidrolisis selulosa dan menghasilkan jumlah glukosa yang paling tinggi. Pada temperatur 32°C, 34°C, dan 36°C terjadi peningkatan kadar glukosa yang dihasilkan dan pada temperatur 38°C kadar glukosa cenderung mengalami penurunan. Kombinasi perlakuan temperatur 36°C dengan waktu inkubasi 96 jam menghasilkan kadar glukosa tertinggi sehingga dapat dikatakan bahwa kombinasi perlakuan ini merupakan kondisi optimum bagi *Trichoderma viride* dalam melakukan aktivitasnya menghidrolisis polimer selulosa menghasilkan monomer glukosa.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan beberapa hal, antara lain: variasi temperatur tidak berpengaruh signifikan terhadap aktivitas *Trichoderma viride* dalam hidrolisis kulit jagung pulut, sebaliknya waktu inkubasi meningkatkan secara signifikan aktivitas *Trichoderma viride* dalam hidrolisis kulit jagung pulut. Kombinasi perlakuan temperaatur dan waktu inkubasi yang optimum yang menghasilkan kadar tertinggi dari aktivitas *Trichoderma viride* (31,03 mg/L) adalah 36°C dan 96 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Anindyawati, Trisanti. (2010). Potensi Selulase Dalam Mendegradasi Lignoselulosa limbah Pertanian Untuk Pupuk Organik. *Jurnal Selulosa LIPI*. Vol. 45, No. 2.
- Aribowo, S. S., Sarjono, P. R., Mulyani N. S. (2012). Uji Aktivitas *Trichoderma viride* Fnc6013 Dalam Menghidrolisis Kulit Pisang Raja (*Musa Paradisiaca* L. var. Sapiantum) dengan Variasi Waktu Fermentasi. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*. 15 (2):53-57.
- BPS. (2017). *Produksi Jagung (Ton) Menurut Kabupaten / Kota di Provinsi NTT Tahun 2017*. <https://ntt.bps.go.id/dynamic/table/2018/10/30/862/produksi-jagung-ton-menurut-kabupaten-kota-di-provinsi-nusa-tenggara-timur-2017.html>. Diakses pada tanggal 02 Maret 2019.
- Fagbemigun, T.K.April. (2014). Pulp and Paper-making Potential Of Corn Husk. *International Journal of AgriScience*.Vol. 4(4): 209-213, Lagos, Nigeria.
- Montesqrit. (2007). Isolasi dan Karakterisasi Selulase dari *Trichoderma viride* dan *Rhizopus* Spp. Dengan Substrat Jerami Padi. *Jurnal Peternakan Indonesia*. 12(2):112-123
- Murashima, K., Nishimura, T., Nkamura, Y., Koga, J., Moriya, T., Sumida, N., Yaguchi, T. and Kono, T. (2002). Purification and Characterization of New Endo-1,4- α -glucanases from *Rhizopus oryzae*. *Journal of Enzyme Microb. Technol.* 30: 319-326.
- Safari S., Bahri S., Nurhaeni. (2017). Pemanfaatan Kulit Jagung (*Zea mays*) Untuk Produksi Glukosa Menggunakan Kapang *Trichoderma* sp. *Jurnal Riset Kimia Kovalen* Vol 3 (1):17-23.
- Saha, B.C. (2003). Hemicellulose Bioconversion. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 30: 279-291.
- Sebastian, Pangeran. (2011). Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kualitas Inokulum *Trichoderma viride* dan *Rhizopus oryzae* Untuk Hidrolisis Tongkol Jagung. IPB. Bogor.
- Setyani W. S., Sarjono, P. R., Mulyani N. S. (2011). Uji Aktivitas *Trichoderma viride* dalam Hidrolisis Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) dengan Variasi Waktu Fermentasi. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi* 14 (1):12-16.
- Sholihati, Baharuddin M., Santi. (2015). Produksi dan Uji Aktivitas Enzim Selulase Dari Bakteri *Bacillus subtilis*. *Jurnal Al-Kimia*. Vol 2(1). ISSN: 2549-9335.
- Yusuf, A Pohan dan Syamsuddin. (2013). *Jagung Makanan Pokok untuk Mendukung Ketahanan Pangan di Provinsi Nusa Tenggara Timur*. Seminar Nasional Serealia, 543-549. <http://balitsereal.litbang.pertanian.go.id/ind/image/stories/dfs13.pdf>. Diunduh 25 Januari 2019.