

Efektivitas Isolasi *Trichoderma sp.* pada Substrat Tepung Singkong terhadap Jumlah Gula Pereduksi, pH, dan Total Hasil Fermentasi Sebagai *Feed Additive* Alami untuk Pakan Broiler

Rezki Amalyadi^{1*}, Ine Karni¹, I Gede Nano Septian¹, Aminurrahman¹

Fakultas Peternakan, Universitas Mataram

*Corresponding author: rezkiamayadi@staff.unram.ac.id

Article Info

Article history:

Received 08 Agustus 2024

Received in revised form 26 Februari 2025

Accepted 23 April 2025

DOI:

<https://doi.org/10.32938/ja.v10i2.7705>

Keywords:

Trichoderma sp.

Isolasi

pH

Total Fermentasi

Reduksi Gula

Abstrak

Isolasi *Trichoderma sp.* pada substrat tepung singkong merupakan salah satu inovasi teknologi alami untuk menghasilkan *feed additive* alami pada pakan broiler sebagai pengganti antibiotik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pertumbuhan *Trichoderma sp.* pada substrat tepung singkong dengan variabel yang diamati yaitu jumlah gula pereduksi, pH, dan total spora yang dihasilkan *Trichoderma sp.* dalam memfermentasi tepung singkong. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial dengan 2 faktor. Faktor A adalah berat media tepung singkong (100-gram dan 150 gram) dengan Faktor B yaitu persentase *Trichoderma sp.* (0%, 3%, 5%, 7%). Setiap satuan percobaan diinkubasi selama 21 hari untuk kemudian diamati pengaruh pertumbuhannya terhadap uji hemositometer, pH, dan gula reduksi. Data dianalisis menggunakan Two Way Analysis of Variance (Two Way ANOVA) dengan tingkat kepercayaan 95% yang dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) dengan menggunakan SPSS 2.0. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan persentase *Trichoderma sp.* berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan hasil perlakuan terbaik pada persentase *Trichoderma sp.* 5%. dari berat total media tepung singkong yang diinkubasi selama 3 minggu dengan kadar gula reduksi 0,39%, nilai pH 4,40 dan jumlah spora optimum yang dihasilkan adalah $6,2 \times 10^9$ cfu/g.

1. PENDAHULUAN

Penggunaan antibiotik secara terus-menerus dapat menyebabkan residu pada karkas ayam broiler, yang merugikan konsumen karena dapat menyebabkan resistensi antibiotik (Anggitasari *et al.*, 2016). Terdapat efek samping lainnya seperti adanya sisa antibiotik pada produk yang dibuat, yang memiliki efek teratogenik, karsinogenik, mutagenik, dan teratogenik serta resistensi bakteri patogen untuk membunuh bakteri yang membantu pencernaan (Sembel, 2015). Faktanya, penggunaan antibiotik pada ayam telah dilarang oleh pemerintah sejak Januari 2018 karena dampak negatif dari penggunaan antibiotik tersebut. Akibat pelarangan ini, resiko kematian ayam sangat tinggi akibat menurunnya imunitas tubuh ayam. Walaupun demikian, tidak semua peternak siap mematuhi kebijakan tersebut, terutama peternak yang belum memiliki fasilitas yang memadai.

Akibat larangan penggunaan antibiotik, banyak ternak ayam broiler yang mati karena lemahnya daya tahan tubuh akibat perubahan musim. Ternak unggas mempunyai daya tahan tubuh yang relatif rentan terhadap kuman penyakit sehingga angka kematiannya lebih tinggi dibandingkan ruminansia. Salah satu cara untuk mengurangi penumpukkan residu antibiotik pada daging broiler adalah dengan menambahkan bahan pakan alami seperti probiotik dan enzim. Probiotik adalah makanan tambahan (*feed additive*) yang terdiri dari mikroba hidup seperti bakteri, kapang, atau khamir. Hal ini akan membantu ternak dengan mengembalikan keseimbangan mikroflora dalam saluran pencernaannya. Sedangkan enzim adalah senyawa protein yang berfungsi sebagai katalis untuk mempercepat reaksi dengan memecah bahan kompleks menjadi bahan sederhana yang terdiri dari rangkaian asam amino yang disusun secara teratur dan tetap (Sembel, 2015). Salah satu probiotik yang telah digunakan adalah *Trichoderma sp.*

Agen hayati dari genus *Trichoderma sp.* juga menghasilkan berbagai senyawa antibiotik dan antimikroba yang dapat menghambat perkembangan patogen (Akbar *et al.*, 2014). Media yang telah banyak digunakan untuk inokulasi adalah ampas sagu, ampas sekam biji jambu mete, serbuk gergaji, jagung, dedak, padi, dan sekam padi. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa *Trichoderma sp.* dapat tumbuh dengan baik pada media yang mengandung pati. Saat ini, nasi jagung adalah media yang paling sering digunakan untuk memperbanyak *Trichoderma sp.* karena biaya yang lebih tinggi, media padi dan jagung dianggap kurang efektif untuk perbanyakannya massal. Akibatnya, media alternatif baru diperlukan untuk digunakan sebagai media tanam. Media ini harus murah, memiliki nutrisi yang cukup, mudah diakses, efektif, dan tersedia secara luas. Salah satu media yang mengandung pati namun belum pernah diteliti adalah tepung singkong yang berasal dari limbah pengeringan singkong. Tepung singkong memiliki kandungan serat kasar dan sumber energi yang tinggi (hampir sama dengan jagung, tetapi kandungan proteinnya hanya sekitar 2%), serta penggunaannya membutuhkan proses fermentasi (Maysa, 2019).

Penelitian ini bermaksud untuk mengevaluasi secara seksama efektivitas isolat *Trichoderma sp.* pada media tepung singkong terhadap beberapa parameter utama, yakni kadar gula reduksi, pH, serta total produk fermentasi. Hasil fermentasi diharapkan untuk digunakan sebagai salah satu bahan tambahan pakan alami yang potensial. Bahan ini sangat bermanfaat untuk meningkatkan kualitas pakan ayam broiler. Selain itu, riset ini bertujuan untuk memahami bagaimana aplikasi dari *Trichoderma sp.* pada tepung singkong dapat secara efektif meningkatkan ketersediaan nutrisi melalui proses fermentasi, seraya

menciptakan suatu alternatif aditif pakan yang benar-benar ramah lingkungan dan ekonomis bagi industri peternakan ayam broiler. Hal itu menjadi suatu tahapan krusial dalam menunjang efisiensi produksi dan kelestarian bidang peternakan.

2. MATERI DAN METODE PENELITIAN

Substrat tepung singkong dipilih pada penelitian ini karena mikroorganisme selulolitik seperti *Trichoderma* sp. dan ragi *Saccharomyces* dapat digunakan untuk mengukur kandungan serat kasar pada limbah agroindustri. Teknologi fermentasi dapat mengubah serat kasar yang rumit menjadi bagian yang lebih sederhana, yang memungkinkan unggas untuk mencerna dan menyerap nutrisi. Salah satu cara untuk mengatasi kendala bahan kaya selulosa adalah fermentasi selulolitik. Mikroba mengeluarkan enzim selulase untuk memecahkan makromolekul selulosa dan menghasilkan molekul sederhana yang mudah diserap sel (Sulistiyawan, 2015). Isi sel akan dilepaskan saat dinding terdegradasi (Sulistiyawan, 2015), yang dapat dicerna oleh enzim endogen unggas. Mikroba *Trichoderma* sp. mutan menghasilkan selulosa dan tahan terhadap represi katabolit (Mulyono *et al.*, 2009) sehingga dapat digunakan untuk fermentasi pada substrat seperti singkong.

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah *autoclave*, spatula, lampu bunsen, kantong plastik, sendok, *ncase*/inkubator, timbangan, nampan, alat tulis, dan kompor gas. Bahan yang digunakan adalah tepung singkong, *Trichoderma* sp., alkohol 70%, air korek api, masker, sarung tangan, dan aluminium foil.

2.2 Metode Penelitian

Studi ini dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial. Faktor A adalah berat media ($A_1 = 100$ gram dan $A_2 = 150$ gram) dan faktor B adalah persentase penambahan *Trichoderma* sp. ($B_0 = 0\%$, $B_1 = 3\%$, $B_2 = 5\%$, dan $B_3 = 7\%$) dimana masing-masing perlakuan diinkubasi selama 3 minggu dan diulang sebanyak 3 kali berdasarkan rumus RAL menurut (Zakaria & Nurdiani, 2019).

Faktor persentase pemberian *Trichoderma* sp. dan masa inkubasi ini berdasarkan Islamiyati & Surahman (2017), bahwa dengan menambah persentase *Trichoderma* sp. 5% dan masa inkubasi dua minggu, inokulasi *Trichoderma* sp. pada tongkol jagung meningkatkan kandungan protein, serat kasar, dan BETN. Selain itu, belum ditemukan penelitian lain yang menggunakan persentase *Trichoderma* sp. lebih dari 6%.

2.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian terdiri dari:

1. Tepung singkong disiram air hingga merata dengan kelembaban 80-90%.
2. Timbang 100 gram tepung singkong, masukkan ke dalam kantong plastik dan tutup rapat.
3. *Autoclave* pada suhu 121°C, tekanan 15 psi selama 20 menit (5 menit terakhir menggunakan api kecil).
4. Setelah dingin, inokulasi dengan cendawan *Trichoderma* sp. sesuai perlakuan.
5. Inkubasi dilakukan selama 3 minggu sesuai perlakuan.
6. Melakukan uji hemositometer, kadar gula reduksi, dan pH di laboratorium.

2.4 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini adalah:

- Jumlah Koloni Spora

Trichoderma sp. kapang yang telah diinokulasi selama 3 minggu diencerkan sebanyak 3 kali dengan menggunakan 10 ml aquades/1 gram. Kemudian dilakukan uji hemositometer untuk melihat jumlah spora yang tumbuh di bawah mikroskop cahaya dengan perbesaran 4x sampai 10x kemudian dihitung jumlah spora menggunakan *hand counter*. Menghitung *Trichoderma* sp. koloni dihitung berdasarkan *Standard Plate Count* (SPC) dengan rumus sebagai berikut (Bacteriological Analytical Manual dalam Mahardiyanti, 2021):

$$\text{Total Populasi (cfu/gram)} = \text{Jumlah Koloni} \times \frac{1}{\text{Faktor Pengencer}} \times \frac{1}{\text{Faktor Berat Sampel}}$$

- Uji pH

Uji pH setiap perlakuan dilakukan dengan menggunakan kertas lakmus pada isolasi kapang *Trichoderma* sp pada tepung singkong yang telah diencerkan sebanyak 3 kali dengan menggunakan aquades 10 ml/1 gram. Kemudian pH diamati berdasarkan warna yang muncul dan disesuaikan dengan standar pH meter manual.

- Kadar Glukosa

Pengukuran aktivitas enzim dengan mengetahui kadar glukosa sampel menggunakan metode *Somogy-Nelson*. Pengukuran serapan dilakukan dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 540 nm. Nilai serapan yang dihasilkan dimasukkan ke dalam kurva standar glukosa sehingga nilai kadar glukosa sampel diperoleh (Indrayati *et al.*, 2017).

2.5 Analisis Data

Data kuantitatif dianalisis menggunakan *Two Way Analysis of Variance (Two Way ANOVA)* dengan tingkat kepercayaan 95% dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) menggunakan SPSS 20.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Jumlah Spora *Trichoderma* yang Diproduksi Pada Tepung Singkong

Jamur *Trichoderma* sp. yang telah diinokulasi tepung singkong sebagai substrat memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhannya. Pada uji korelasi faktorial terdapat interaksi antara berat media dengan persentase *Trichoderma* sp. penambahan pada tingkat signifikansi 5%. Hal ini menyatakan bahwa uji interaksi faktor bobot media dan persentase *Trichoderma* sp. penambahan dapat dilakukan. Data pengaruh perlakuan berat media tepung singkong dan persentase *Trichoderma* sp. disajikan pada Tabel 1. Tabel 1. Pengaruh Perlakuan Berat Media Tepung Singkong dan Persentase *Trichoderma* sp. Melawan Jumlah Spora $\times 10^7$ yang Dihasilkan

Faktor A	Faktor B				Rata-Rata
	0%	3%	5%	7%	
A ₁	0	214,800±62,9	177,800±57,2	203,400±47,4	198,67
A ₂	0	321,800±146,9	416,200±153,8	159,600±59,8	299,20
Rata-Rata	0	268,300 ^{ab}	297,000 ^b	181,500 ^a	248,93

Keterangan: Superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata.

Tabel 1 menunjukkan terdapat perbedaan jumlah koloni spora yang nyata antara persentase penambahan *Trichoderma* sp 5% dan 7% sedangkan pada berat media 100 gram dan 150 gram tidak terdapat interaksi nyata terhadap jumlah koloni spora yang dihasilkan. Hal ini didukung dengan hasil uji DMRT yang menunjukkan bahwa perlakuan terbaik adalah pada penambahan *Trichoderma* sp. 5% dari total media yang digunakan. Hal ini menunjukkan bahwa berat media tidak mempengaruhi jumlah spora yang dihasilkan *Trichoderma* sp. Menurut Gandjar *et al.*, (2006), substrat, kelembaban, suhu, derajat keasaman substrat (pH), dan senyawa kimia di lingkungan memengaruhi pertumbuhan jamur. Secara keseluruhan, hasil uji hemositometer menghasilkan 10^8 - 10^9 cfu/gram yang berarti kemungkinan besar *Trichoderma* sp. telah menghasilkan enzim selulase selama fermentasi tepung singkong.

Hal ini didukung oleh penelitian Mulyono *et al.*, (2009), bahwa fermentasi singkong menggunakan *Trichoderma* sp. menghasilkan selulase dengan konsentrasi inokulum 10^7 spora/gram, pH 5 dengan selulase masing-masing 0,168 dan 0,072 $\mu\text{mol}/\text{menit}/\text{ml}$ untuk karboksi metil selulase dan kertas saring. Hasil fermentasi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Beberapa faktor yang mempengaruhi fermentasi antara lain mikroorganisme, substrat (medium), pH (keasaman), suhu, oksigen, dan aktivitas air (Kusuma *et al.*, 2020). Faktor lainnya termasuk bahan pakan sebagai substrat atau bahan dasar, jenis mikroba atau inokulum, dan kondisi lingkungan yang sangat mempengaruhi pertumbuhan dan metabolisme mikroba (Sulistiyawan, 2015).

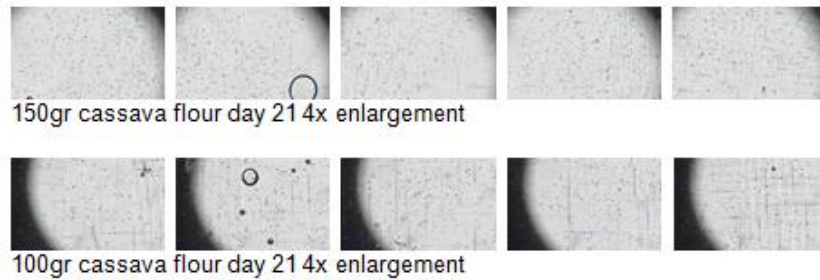


Gambar 1. Pertumbuhan *Trichoderma* sp. pada media yang berbeda berat tepung singkong yaitu 150 gram dan 100 gram.

Pada media tepung singkong 100 gram, *Trichoderma* sp. tumbuh lebih cepat dibandingkan media tepung singkong 150 gram; ditandai dengan adanya warna hijau yang lebih pekat pada media 100 gram pada hari ke-14. Hal ini dikarenakan *Trichoderma* sp. mempunyai kemampuan memperbanyak koloni lebih cepat pada area media yang kecil. Setelah dilakukan pengamatan kepadatan spora pada uji hemositometer, terlihat kepadatan total *Trichoderma* sp. spora dengan masa inkubasi 3 minggu menunjukkan perbedaan berat kedua media yang nyata (Gambar 2).

Pengamatan dengan mikroskop cahaya menunjukkan jumlah koloni terbanyak terdapat pada 150 gram tepung singkong, meskipun secara fisik membutuhkan waktu pertumbuhan yang relatif lama dibandingkan dengan 100 gram tepung singkong. Media tepung seperti tepung singkong, dedak, dan

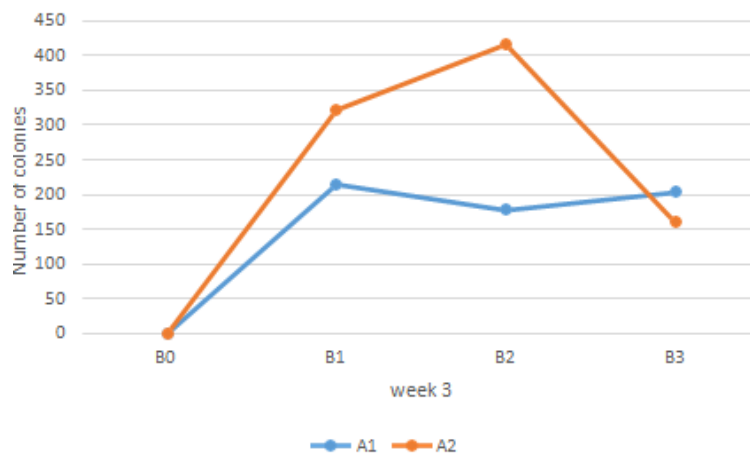
bekatul mempunyai tekstur yang lebih padat dibandingkan dengan tekstur formula nasi jagung yang cenderung lebih gembur sehingga ada kemungkinan terjadinya penghambatan *Trichoderma* sp. pertumbuhan pada media dengan tekstur yang lebih padat. Hal ini didukung oleh (Rulinggar *et al.*, 2016) bahwa terhambatnya pertumbuhan jamur disebabkan oleh peningkatan viskositas medium dan terhambatnya difusi air dan udara.



Gambar 2. Kepadatan *Trichoderma* sp. koloni pada bobot media yang berbeda.

3.2 Pertumbuhan *Trichoderma* sp. Pada Media Tepung Singkong

Hasil perlakuan terbaik pada penelitian ini adalah persentase penambahan *Trichoderma* sp 5% ke media tepung singkong dengan rata-rata jumlah koloni spora yang dihasilkan $3,0 \times 10^9$ cfu/gram dengan masa inkubasi 3 minggu (Gambar 3). Menurut Indrayati *et al.* (2017), konversi ampas sagu menggunakan kapang *T. harzianum* dapat menghasilkan propagul hingga $1,6 \times 10^9$ cfu/gram dengan aktivitas amilase 1,420 unit/gram, aktivitas selulase 0,427 unit/gram, glukosa kadar 36,150 μ g/gram, dan pH 4,20.



Gambar 3. Grafik pertumbuhan *Trichoderma* sp. pada media tepung singkong.

Pertumbuhan optimal *Trichoderma* sp. ada pada media tepung singkong 100 gram dengan kadar 5%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin sedikit atau banyak *Trichoderma* sp. diberikan pada saat isolasi kurang baik untuk pertumbuhannya seperti yang terjadi pada penambahan *Trichoderma* sp. 1% dan 7% dimana grafiknya cenderung menurun. Menurunnya rata-rata jumlah koloni diduga disebabkan oleh berkurangnya ketersediaan unsur hara pada media. Hal ini didukung oleh Rulinggar *et al.* (2016) bahwa salah satu penyebab bakteri/jamur mengalami fase penurunan atau kematian adalah ketersediaan unsur hara yang semakin sedikit. Persentase optimum yang diberikan adalah sekitar 1%-5% dari berat media yang digunakan karena *Trichoderma* sp. dapat meningkatkan jumlah koloni secara optimal dengan jumlah sebaran dan luas yang seimbang.

Karbohidrat yang terdapat pada substrat tepung singkong akan terdegradasi oleh aktivitas *Trichoderma* sp. yang digunakan sebagai energi selama pertumbuhannya, yang berarti lebih banyak protein dan lebih sedikit karbohidrat. Proses ini akan menghasilkan banyak protein karena pertumbuhan mikroorganisme itu sendiri, dimana sifat mikroba itu sendiri menyumbangkan protein. Akbar *et al.* (2014) menegaskan bahwa pertumbuhan kapang dapat menghasilkan peningkatan kandungan protein kasarnya (31-50%).

3.3 Analisis Uji pH

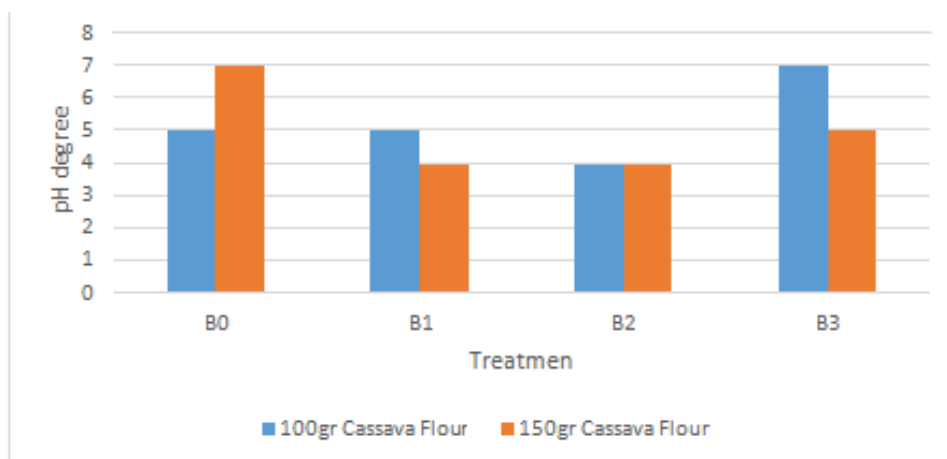
pH yang dihasilkan oleh *Trichoderma* sp. pada fermentasi tepung singkong hampir seluruhnya tidak lebih dari 7,00 atau cenderung asam – netral (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil Uji pH

Faktor A	Faktor B				Rata-Rata
	0%	3%	5%	7%	
A ₁	0	5,40±0,55	5,20±0,45	4,40±0,55	6,80±0,45
A ₂	0	7,00±0,00	4,40±0,55	4,40±0,55	4,80±0,45
Rata-Rata	0	6,20 ^b	4,80 ^a	4,40 ^a	5,80 ^b

Catatan: Superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata.

Tabel 2 menunjukkan terdapat perbedaan derajat pH yang nyata antara persentase penambahan *Trichoderma* sp. 0%, 3%, 5%, dan 7%. Pada penambahan *Trichoderma* sp. 0%, rata-rata pH yang dihasilkan adalah 6,20 atau cenderung netral. Sedangkan pada media tepung singkong yang telah diinokulasi *Trichoderma* sp. selama masa inkubasi, pH keseluruhan mengalami penurunan menjadi asam yaitu pada rata-rata pH 4,40-5,80. Hal ini dikarenakan aktivitas *Trichoderma* sp. telah terjadi pada fermentasi tepung singkong sehingga asam yang dihasilkan selama proses fermentasi berkurang. Hal ini sesuai dengan ciri alami *Trichoderma* sp. dimana ia dapat hidup pada interval pH yang luas antara 2,0–8,5 meskipun pada umumnya kapang lebih menyukai kondisi asam atau pH di bawah 7,00 (Rukmana, 2015).



Gambar 4. Grafik hasil uji pH pada berat media yang berbeda.

Gambar 4 menunjukkan pH konstan baik pada media 100 gram maupun 150 gram yaitu pada pH 4,00 dengan kadar kombinasi *Trichoderma* sp. 5%. Hal ini sesuai dengan hasil uji hemositometer dimana perlakuan terbaik adalah pada penambahan *Trichoderma* sp. sebesar 5% dimana semakin banyak jumlah koloni spora yang dihasilkan maka pH akan semakin rendah. Proses fermentasi ini menunjukkan bahwa enzim mengubah tepung singkong dari kapang menjadi glukosa dan kemudian menjadi asam. Fazriyanti (2015) menemukan bahwa pH fermentasi sebanding dengan aktivitas mikroba yang terlibat dalam fermentasi. Jumlah produk yang dihasilkan; baik produk utama maupun samping, bergantung pada seberapa aktif mikroba melakukan fermentasi.

3.4 Kadar Glukosa

Aktivitas enzim dapat diketahui dengan melihat kandungan glukosa total; semakin tinggi nilai serapan yang dibuat semakin banyak gula pereduksi yang terkandung. Nilai kadar glukosa diambil berdasarkan uji spektrofotometer pada media 150 gram dengan menggunakan 2 sampel pada setiap perlakuan berdasarkan hasil uji hemositometer yaitu jumlah koloni spora terbanyak dan jumlah koloni spora paling sedikit. Hasil data uji gula reduksi disajikan seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Reduksi Gula

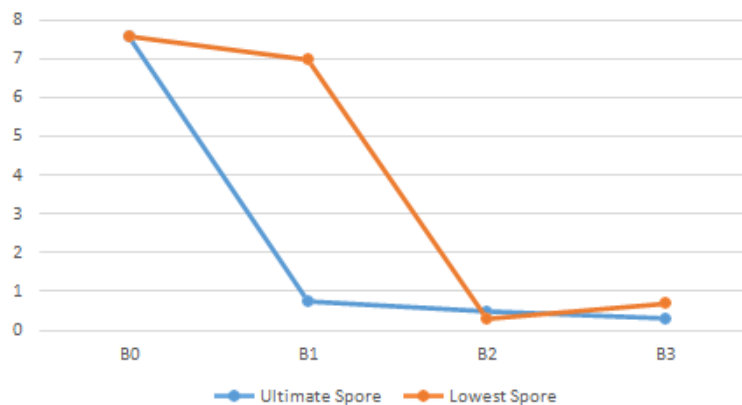
Kode	Reduksi Gula (%)
A ₂ B ₀	7,57
A ₂ B ₁₊	0,75
A ₂ B ₁₋	6,97
A ₂ B ₂₊	0,49
A ₂ B ₂₋	0,30
A ₂ B ₃₋	0,69
A ₂ B ₃₊	0,31

Tabel 3 menunjukkan bahwa 0% *Trichoderma* sp. memiliki kadar gula pereduksi yang cenderung lebih tinggi dibandingkan media yang diinokulasi *Trichoderma* sp. Hal ini dikarenakan pada media tepung singkong yang tidak diinokulasi *Trichoderma* sp. kapang tidak terdapat aktivitas enzim yang diperkuat dengan tidak adanya perubahan pH menjadi asam pada pengujian pH sehingga pati yang terkandung di dalamnya tidak terhidrolisis sempurna. Semakin banyak yang terhidrolisis maka semakin tinggi kadar gula

pereduksinya. Sebaliknya, rendahnya kadar gula reduksi menunjukkan banyaknya polimer amilopektin dan amilosa yang tidak terdegradasi dalam pati (Puspita, 2019).

Seluruh tepung singkong yang diinkubasi *Trichoderma* sp. menunjukkan penurunan yang signifikan dalam total gula pereduksi. Penurunan total gula reduksi tertinggi terdapat pada level kombinasi 5% *Trichoderma* sp. tambahannya yaitu sekitar 0,39%. Hal ini didukung oleh Gandjar *et al.*, (2006) bahwa pada substrat padi, singkong atau kentang jamur ini harus mampu mengeluarkan enzim α -amilase untuk mengubah pati menjadi glukosa. Glukosa kemudian diserap kembali oleh jamur. Hal inilah yang menyebabkan jumlah koloni spora terbanyak mengalami penurunan gula reduksi tertinggi yaitu pada persentase penambahan *Trichoderma* sp. sebesar 5%.

Sesuai dengan hasil uji hemositometer dan uji pH dimana pada persentase penambahan *Trichoderma* sp. 5%. Rata-rata jumlah koloni spora tertinggi yaitu $3,0 \times 10^9$ cfu/gram dan penurunan pH asam terendah sebesar 4,40, kemungkinan penambahan *Trichoderma* sp. sebesar 5% telah terjadi degradasi polimer amilopektin dan amilosa.



Gambar 5. Grafik hasil uji reduksi gula.

4. SIMPULAN

Penambahan *Trichoderma* sp. pada tepung singkong sebagai *feed additive* alami untuk pakan broiler memengaruhi total koloni spora, pH, dan gula pereduksi. Fermentasi menghasilkan enzim selulase yang menurunkan pH menjadi asam ($\text{pH} \pm 4,40\text{--}5,80$) dan mengubah tepung singkong menjadi glukosa dan asam. Total koloni tertinggi; $3,0 \times 10^9$ cfu/gram, dicapai dengan 5% *Trichoderma* sp. Meskipun persentase koloninya tinggi, namun menurunkan pertumbuhan akibat ketidakseimbangan nutrisi. Penurunan gula pereduksi tertinggi sebesar 0,39% terjadi pada 5% *Trichoderma* sp. Penelitian ini menunjukkan adanya potensi *Trichoderma* sp. dalam meningkatkan nutrisi tepung singkong sebagai pakan broiler.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penelitian hingga publisnya artikel ini.

PUSTAKA

- Akbar, R. T. M., Suryani, Y., & Hernaman, I. 2014. Peningkatan nutrisi limbah produksi bioetanol dari singkong melalui fermentasi oleh konsorsium *Saccharomyces cerevisiae* dan *Trichoderma viride*. *Jurnal Istek*. 8(2).
- Anggitasari, S., Sjojfan, O., & Djunaidi, I. H. 2016. Pengaruh Beberapa Jenis Pakan Komersial Terhadap Kinerja Produksi Kuantitatif dan Kualitatif Ayam Pedaging. *Buletin Peternakan*. 40(3): 187–196.
- Fazriyanti, N. 2015. Pengaruh perbedaan konsentrasi madu dan lama fermentasi terhadap pH, total asam, gula reduksi dan potensi antibakteri kefir air leri. *Tesis*. Jurusan Biologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Gandjar, I., Sjamsuridzal, W., & Oetari, A. 2006. Mikologi Dasar dan Terapan. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Indrayati, S., Nur, Y. M., Periadnadi, P., & Nurmiati, N. 2017. Pemanfaatan ampas sagu (*Metroxylon Sagu Rottboel.*) hasil fermentasi *Trichoderma harzianum rifai* dan penambahan mikroflora alami pencernaan ayam broiler dalam pembuatan pakan ayam konsentrat berprobiotik. *Jurnal BiBieT*. 2(2): 68–74.
- Islamiyati, R., & Surahman, Y. D. A. 2017. Kandungan Protein dan Serat Kasar Tongkol Jagung yang Diinokulasi *Trichoderma* sp. Pada Lama Inkubasi yang Berbeda. *Buletin Nutrisi dan Makanan Ternak*. 12(2): 59-63.
- Kusuma, G., Nocianitri, K. A., & Pratiwi, I. 2020. Pengaruh lama fermentasi terhadap karakteristik *fermented rice drink* sebagai minuman probiotik dengan isolat *Lactobacillus* sp. F213. *Jurnal Itepa*. 9(2): 181–192.
- Mahardiyanti, A. I. 2021. Pengaruh Variasi Intensitas Lampu Ultraviolet Terhadap Penurunan Angka Kuman Udara di Laboratorium. *Tesis*. Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.

- Maysa, E. 2019. Pengaruh Formulasi Tepung Mocaf (*Modified Cassava Flour*) dan Tepung Terigu Terhadap Sifat Fisik, Sensori, dan Kimia Cake Labu Kuning (*Cucurbita Moschata Dush*). *Skripsi*. Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
- Mulyono, A. M. W., Cahyanto, M. N., Zuprizal, Z., & Bachruddin, Z. 2009. Fermentasi Onggok Menggunakan Mutan *Trichoderma* untuk Produksi Selulase. *Agritech*. 29(2): 53-58.
- Puspita, P. S. 2019. Penggunaan Isoamilase Pada Tepung Singkong dan Pengaruhnya Terhadap Produktivitas Ayam Broiler. *Tesis*. Bogor Agricultural University (IPB).
- Rukmana, S. 2015. Perbandingan sekuen kapang *Trichoderma* sp. berdasarkan *internal transcribed spacer* (ITS) rDNA dengan menggunakan *database* NCBI. Jurusan Biologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Rulinggar, N. P., Mujoko, T., & Radiyanto, I. 2016. Formulasi *Streptomyces* sp. dan *Trichoderma* sp. Berbahan Dasar Media Beras Jagung, Bekatul, dan Kompos. Fakultas Pertanian. UPN "Veteran" Jawa Timur. Surabaya, 1-10.
- Sembel, D. T. 2015. Toksikologi Lingkungan. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Sulistiyawan, I. H. 2015. Perbaikan kualitas pakan ayam broiler melalui fermentasi dua tahap menggunakan *Trichoderma reesei* dan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Agripet*. 15(1): 66-71.
- Zakaria, A., & Nurdiani, N. 2019. Pengaruh Penambahan Variasi Konsentrasi Tepung Rosella (*Hibiscus Sabdariffa Linn*) Terhadap Sifat Organoleptik *Cookies Almond Crispy*. *Agroscience*. 9(2): 189-202.