

ANALISIS HEMISELULOSA, SELULOSA DAN LIGNIN ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) YANG DIFERMENTASI DENGAN BERBAGAI STARTER BERBEDA

Arief Rahman Mohammad¹, Muhammad Muhktar¹, Syamsul Bahri^{1*}

¹ Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Negeri Gorontalo

Jl. Prof. Dr. Ing. B.J Habibie, Moutong, Kab. Bone Bolango, 996554

E-mail: syamsul.bahri@ung.ac.id

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan hemiselulosa, selulosa dan lignin pada eceng gondok yang difermentasi dengan berbagai starter berbeda. Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus - September 2023, bertempat di Laboratorium Agrostologi dan Pastura Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian UNG dan Analisis Van Soest di Laboratorium Kimia dan Nutrisi Makanan Universitas Hasanuddin, Makassar. Penelitian ini disusun berdasarkan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 kelompok. Perlakuan penelitian adalah P0 = fermentasi eceng gondok tanpa starter; P1 = fermentasi eceng gondok menggunakan starter SOC; P2 = fermentasi eceng gondok menggunakan SBP, P3= fermentasi eceng gondok menggunakan starter MA-11, P4= fermentasi eceng gondok menggunakan starter EM-4. Parameter penelitian adalah Kandungan Hemisellulosa, selulosa dan lignin. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *Analisis of Variance* (ANOVA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa eceng gondok yang difermentasi dengan berbagai bahan starter berbeda memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap kandungan hemisellulosa. Berdasarkan data yang diperoleh P4 (30,92%) lebih rendah dibandingkan dengan P0 (36,68%), P1(34,67%), P2(34,735), dan P3(35,78%). Pada Kandungan selulosa, perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) lebih rendah diperlihatkan pada P1 (eceng gondok + SOC), dibandingkan dengan P0 (kontrol), P2 (eceng gondok + SBP), P3 (eceng gondok + MA-11), dan P4 (eceng gondok + EM-4) dengan nilai rata-rata masing-masing perlakuan yaitu P1(30,50%), P0 (35,59%), P2 (31,11%), P3 (31,65), P4 (34,07%). Pada kandungan lignin, perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) lebih rendah diperlihatkan pada P2 (eceng gondok + SBP), dibandingkan dengan perlakuan P0 (Kontrol), P1(eceng gondok + SOC), P3 (eceng gondok + MA-11) dan P4 (eceng gondok + EM- 4) dengan nilai rata-rata masing-masing perlakuan yaitu P2=3,40%, P0=6,02%, P1= 3,88%, P3= 3,89%, dan P4= 5,63%. Kesimpulan penelitian adalah fermentasi eceng gondok dengan berbagai starter yang berbeda menunjukkan ada pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap kandungan hemiselulosa, selulosa, dan lignin.

Kata Kunci: eceng gondok, SOC, SBP, MA-11, EM-4, Fermentas

PENDAHULUAN

Ternak ruminansia merupakan salah satu komoditas ternak yang strategis, karena disamping dapat digunakan sebagai tenaga kerja, juga dapat digunakan sebagai sumber pendapatan serta sebagai

sumber penghasil protein hewani berupa daging. Ternak ruminansia mempunyai daya cerna yang efektif terhadap berbagai jenis bahan pakan termasuk pakan kasar seperti hijauan atau rerumputan. Salah satu faktor penting dalam suatu usaha peternakan khususnya pada ternak ruminansia adalah pakan.

Pakan memiliki peran yang sangat penting untuk ternak, guna untuk pertumbuhan ternak dalam mempertahankan hidup dan juga menghasilkan produk seperti susu dan daging serta tenaga bagi ternak. Fungsi lain dari pakan yaitu untuk memelihara daya tahan tubuh dan kesehatan. Agar ternak tumbuh sesuai yang diharapkan maka jenis pakan yang diberikan pada ternak harus memiliki kandungan yang baik dan dalam jumlah yang cukup. Pakan yang diberikan pada ternak khususnya ruminansia antara lain berupa hijauan dan konsentrat.

Pada usaha peternakan rakyat, pakan yang diberikan pada ternak umumnya sesuai dengan kemampuan peternak, bukan berdasarkan kebutuhan ternaknya. Pasokan pakan berkualitas rendah merupakan hal yang biasa. Namun jika terjadi terus menerus dalam waktu yang lama, maka cara ini akan berpengaruh negatif terhadap produktivitas ternak. Salah satu hijauan yang dapat digunakan sebagai pakan ternak yaitu eceng gondok atau *Eichhornia crassipes*.

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan suatu jenis tumbuhan yang mengapung di air. Eceng gondok juga memiliki beberapa manfaat, yaitu mempunyai kemampuan sebagai biofilter. Dengan terdapat mikroba rhizosfera pada bagian akar dan didukung oleh daya absorpsi serta akumulasi yang besar terhadap bahan pencemar tertentu, maka dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pengendalian pencemaran di perairan. Pertumbuhan eceng gondok di Gorontalo sangat mudah di temukan di karenakan banyaknya perairan, salah satunya terdapat di Danau Limboto yang mana tumbuhan ini meluas dengan sebaran sekitar 30% dari luas danau, yang mana penyebaran tanaman eceng gondok yang terdapat di danau limboto berada di bagian Barat, Tengah, Tenggara, dan bagian Utara danau. Pemanfaatan eceng gondok sebagai pakan ternak sangat memungkinkan karena kandungan gizinya yang tinggi dan memenuhi syarat menjadi bahan pakan. Eceng gondok juga memiliki potensi yang dapat digunakan sebagai bahan pakan alternatif. Kandungan nilai gizi eceng gondok sebagai berikut : kandungan protein kasar 9,8-12,0 %, abu 11,9-12,9 %, lemak kasar 1,1-3,3 %, dan serat kasar yang cukup tinggi yaitu 16,8-24,6%. Terlebih lagi eceng gondok juga sebagai bahan pakan alternatif yang sangat mudah untuk di temukan karena bahannya banyak terdapat di alam dan juga masih belum banyak di manfaatkan oleh masyarakat (Riswandi, 2014).

Komponen kimia dalam eceng gondok meliputi hemisellulosa, sellulosa, dan lignin. Selulosa adalah senyawa yang tidak larut di dalam air dan ditemukan pada dinding sel tumbuhan terutama pada tangkai, batang, dahan, dan semua bagianbagian dari jaringan tumbuhan. Selulosa merupakan polisakarida struktural yang berfungsi untuk memberikan perlindungan, bentuk, dan penyanggah terhadap sel, dan jaringan. Selulosa tidak pernah ditemukan dalam keadaan murni pada tumbuhan, tetapi selalu berasiasi dengan polisakarida lain seperti lignin, pektin, hemiselulosa, dan xilan. Eceng gondok merupakan salah satu tumbuhan yang memiliki kandungan selulosa yang melimpah dan mudah tumbuh

di daerah perairan. Pertumbuhan eceng gondok yang cepat menyebabkan terjadinya kerusakan terhadap ekosistem perairan. Akan tetapi setelah diteliti eceng gondok mengandung selulosa 25%, lignin 10%, dan hemiselulosa 35% (Septiana, 2020).

Komponen lignin pun terdapat pada tumbuhan eceng gondok. Lignin adalah molekul kompleks yang tersusun dari unit phenylpropane yang terikat dalam struktur tiga dimensi. Karena kandungan karbon yang relatif tinggi dibandingkan dengan selulosa dan hemiselulosa, lignin memiliki kandungan energi tinggi. Lignin merupakan polimer alami dan tergolong kedalam senyawa rekalsitran karena tahan terhadap degradasi atau tidak terdegradasi dengan cepat di lingkungan. Komponen selanjutnya yaitu hemiselulosa yang merupakan polisakarida non selulosa yang pokok, terdapat dalam serat dengan berat molekul 4000-15000 dan tergolong senyawa organik (Trimulyono dan Fitrihidjati, 2020). Berdasarkan uraian diatas tentang eceng gondok maka perlu di lakukan penelitian tentang analisis hemiselulosa, selulosa, dan lignin pada eceng gondok yang di fermentasi dengan berbagai bahan fermentasi.

MATERI DAN METODE

Alat yang digunakan parang, silo, ember, baskom, silo, karung, timbangan, sarungtangan, gunting, selotip, semprotan, dokumentasi dan alat tulis. Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu eceng gondok, air, dan berbagai starter. Starter penelitian yang digunakan adalah: suplemen organik cair (SOC), saus burger pakan (SBP), Microbacter Alfaafa-11 (MA-11), dan effective microorganism-4 (EM-4). Masing-masing larutan atau dosis starter yang digunakan adalah 5 ml / 5 kg eceng gondok

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan. dengan model matematika (Steel and Torrie 1980) sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

Y_{ij} = Nilai Pengamatan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

μ = Rata-rata pengamatan

τ_i = Pengaruh Perlakuan ke- i (i = 1, 2, 3, 4)

ϵ_{ij} = Galat percobaan dari perlakuan ke-i pada pengamatan ke -j (j = 1, 2, 3, 4)

Adapun perlakuan pada penelitian ini sebagai berikut :

P0 = Fermentasi eceng gondok tanpa starter (Kontrol)

P1 = Fermentasi eceng gondok menggunakan starter SOC

P2 = Fermentasi eceng gondok menggunakan starter SBP

P3 = Fermentasi eceng gondok menggunakan starter EM-11

P4 = Fermentasi eceng gondok menggunakan starter EM-4

Prosedur penelitian yang dilakukan yaitu:

1. Tahap Persiapan alat dan bahan penelitian

- a) Pengambilan sampel,

- b) Alat potong yang digunakan untuk memotong eceng gondok yang hendak di fermentasi,
- c) Silo, yang digunakan sebagai tempat penyimpanan bahan yang di fermentasi,
- d) Bahan starter suplemen organik cair (SOC), saus burger pakan (SBP), MA-11, EM-4.

2. Tahap Pembuatan Fermentasi

- a) Potong eceng gondok dengan ukuran ± 5 cm agar mempermudah pepadatan dalam penyimpanan.
- b) Timbang eceng gondok seberat 5 kg.
- c) Larutkan masing-masing starter dengan perbandingan 5 ml starter menggunakan 200 ml air.
- d) Eceng gondok yang telah dipotong dan ditimbang kemudian diberi campuran starter yang berbeda P0 = tanpa starter, P1 = starter SOC, P2 = starter SBP, P3 = MA-11, dan P4 = starter EM-4.
- e) Seluruh campuran eceng gondok dan starter di masukan kedalam plastik kemudian difakum untuk mengeluarkan udara yang tersisa, kemudian masukan kedalam silo.
- f) Tutup permukaan silo dengan plastik kemudian rekatkan dengan lakban agar tidak ada oksigen yang masuk.

Parameter Yang Diukur

Parameter yang akan diukur pada penelitian ini yaitu kandungan Hemiselulosa, selulosa, dan Lignin pada eceng gondok yang di fermentasi dengan berbagai starter.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil percobaan ini akan dianalisis menggunakan analisis Varian dan Uji Jarak Berganda Duncan's (Steel dan Torrie, 1980).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil fermentasi eceng gondok dengan berbagai starter yang berbeda terhadap kualitas fisik dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 1. Kualitas fisik eceng gondok fermentasi

Kualitas fisik	Skor	Karakteristik Eceng Gondol
Warna	3	Hijau Kekuningan
Aroma/Bau	3	Aroma Menyengat
Tekstur	3	Lembut

Berdasarkan hasil penelitian bahwa terdapat perubahan kualitas fisik pada fermentasi eceng gondok yaitu warna yang sebelum berwarna hijau dan setelah difermentasi berubah warna menjadi hijau kekuningan yang artinya perubahan warna tersebut diduga disebabkan karena perubahan suhu selama

fermentasi yang diiringi dengan perubahan struktur sel pada eceng gondok. Kemudian aroma/bau pada fermentasi eceng gondok pun terdapat perubahan aroma/bau yang sebelumnya tidak memiliki aroma menyengat menjadi aroma menyengat, hal ini memperlihatkan bahwa proses fermentasi dapat merubah aroma pada eceng gondok, dan yang terakhir tekstur pada fermentasi eceng gondok yang sebelumnya memiliki tekstur yang sedikit kasar berubah menjadi lembut hal ini pula menunjukkan bahwa terjadi perubahan tekstur pada eceng gondok setelah dilakukan fermentasi.

Hasil analisis hemiselulosa, selulosa, dan lignin pada eceng gondok yang difermentasi dengan berbagai starter yang berbeda yang dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANNOVA) dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 2. Analisis Hemiselulosa, selulosa dan lignin pada eceng gondok yang difermentasi dengan berbagai starter berbeda.

VARIABEL	PERLAKUAN				
	P0	P1	P2	P3	P4
Hemiselulosa	36,68±0,03 ^a	34,67±0,02 ^d	34,73±0,02 ^c	35,78±0,02 ^b	30,92±0,03 ^e
Selulosa	35,59±0,03 ^a	30,50±0,01 ^e	31,11±0,02 ^d	31,65±0,03 ^c	34,07±0,02 ^b
Lignin	6,02±0,02 ^a	3,88±0,01 ^c	3,40±0,01 ^d	3,89±0,01 ^c	5,63±0,03 ^b

Keterangan : P0 = Fermentasi eceng gondok tanpa starter (Kontrol)

P1 = Fermentasi eceng gondok dengan starter SOC

P2 = Fermentasi eceng gondok dengan starter SBP

P3 = Fermentasi eceng gondok dengan starter MA-11

P4 = Fermentasi eceng gondok dengan starter EM-4

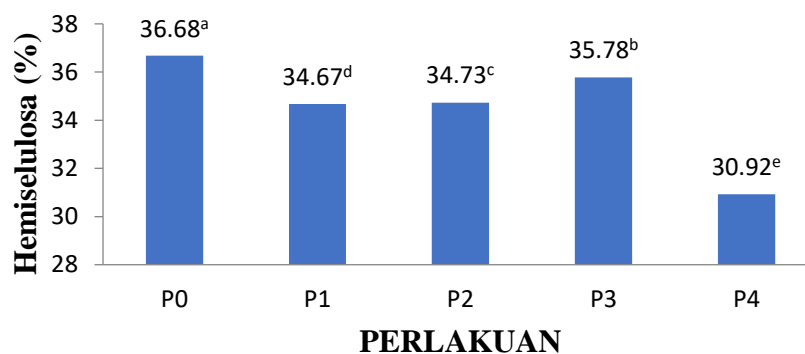
Superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan pengaruh nyata ($P < 0,05$)

berdasarkan uji lanjut *Duncan*.

Kandungan hemiselulosa, selulosa dan lignin menunjukkan penurunan yang signifikan pada seluruh jenis starter terhadap nilai hemiselulosa, selulosa dan lignin dibanding pada eceng gondok tanpa fermentasi. Penurunan nilai hemiselulosa, selulosa dan lignin yang besar terjadi pada SOC kemudian SBP, MA-11 dan EM-4. Nilai penurunan hemiselulosa dari tanpa fermentasi kepada perlakuan fermentasi menggunakan starter adalah berkisar antara 0,6 % - 5,67 %. Nilai penurunan selulosa dari tanpa fermentasi kepada perlakuan fermentasi menggunakan starter adalah berkisar antara 1,5 % - 5,09 %. Sedangkan, nilai penurunan lignin dari tanpa fermentasi kepada perlakuan fermentasi menggunakan starter adalah berkisar antara 0,39 % - 2,62%.

Hemiselulosa

Hemisellulosa merupakan kelompok polisakarida heterogen dengan berat molekul rendah. Jumlah hemisellulosa biasanya 15% dan 30% dari berat kering bahan lignoselulosa. Hemisellulosa relatif lebih mudah di hidrolisis dengan asam menjadi monomer yang mengandung glukosa, mannos, galaktosa, xilosa dan arabinosa. Hemiselulosa memiliki derajat polimeritas yang lebih rendah, lebih mudah dibandingkan selulosa dan tidak berbentuk serat-serat yang panjang (Kusnandar, 2010). Hemiselulosa juga berikatan silang dengan lignin membentuk jaringan kompleks dan memberikan struktur yang kuat (Suparjo, 2008). Hasil penelitian kandungan hemiselulosa pada eceng gondok yang difermentasi dengan berbagai bahan starter berbeda dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kandungan hemiselulosa hasil fermentasi

Data pada gambar 1. Menunjukkan bahwa kandungan hemiselulosa pada eceng gondok yang difermentasi dengan berbagai starter yang berbeda memperoleh nilai rata-rata pada perlakuan P0 36.68%, P1 34.67%, P2 34.73%, P3 35.78%, dan P4 30.92%. Hasil ANNOVA pada tabel 3, menunjukkan bahwa fermentasi pada eceng gondok dengan berbagai starter yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap kandungan hemiselulosa (Lampiran 1).

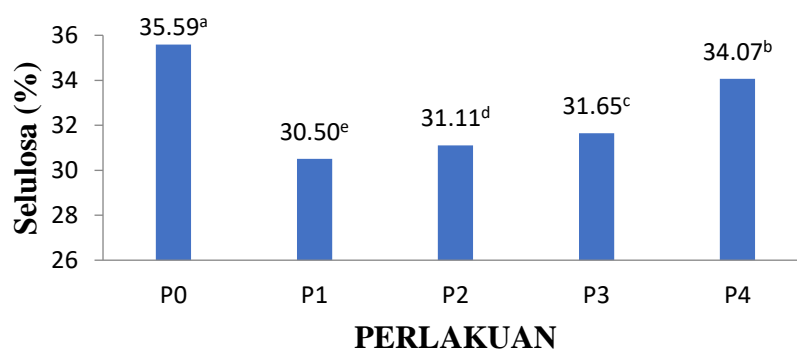
Berdasarkan hasil uji lanjut *Duncan*, menunjukkan bahwa kandungan hemiselulosa pada P4 (Eceng gondok + EM-4) berbeda nyata ($P < 0,05$) lebih rendah dari pada P0 (Kontrol), P1 (Eceng gondok + SOC), P2 (Eceng gondok + SBP) dan P3 (Eceng gondok + EM-11). Hal ini disebabkan karena pada perlakuan P4 yang menggunakan bahan fermentasi dengan starter EM-4 yang terdapat jenis mikroba yaitu *Lactobacillus* yang dapat menurunkan kandungan hemiselulosa. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ardiansyah (2016) bahwa *Lactobacillus* memiliki kemampuan dalam mencerna serat kasar dan tidak menghasilkan serat kasar dalam aktifitasnya. Rendahnya kandungan hemiselulosa dipecah oleh mikroba menjadi gula pentosa selama proses terbentuknya silase (ensilase). Hemiselulosa yang terpecah tersebut menyebabkan kandungan hemiselulosa setelah ensilase berkurang (Tuo, 2016).

Jika dilihat pada gambar 1. Nilai rata-rata kandungan hemiselulosa pada fermentasi eceng gondok yang di fermentasi dengan berbagai starter yang berbeda nilai yang tertinggi terdapat pada P0 sebagai

kontrol tanpa adanya penambahan bahan fermentasi atau perlakuan. Sedangkan kandungan hemiselulosa yang terendah pada penelitian yaitu terdapat pada P4 yang menggunakan bahan starter EM-4 dengannilai 30.92%, hasil ini lebih tinggi di dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Cahya (2019) yaitu dengan nilai 9,74%.

Selulosa

Selulosa adalah salah satu fraksi serat kasar yang merupakan komponen utama penyusun dinding sel tumbuhan dan berikatan dengan hemiselulosa dan lignin melokul-molekul selulosa seluruhnya berbentuk linear dan mempunyai kecenderungan kuat membentuk ikatan-ikatan hidrogen intra- dan intramolekul. Pada sel tanaman, selulosa terikat dengan hemiselulosa dan lignin dengan rasio 4:3:3 (Bachrudin, 2014). Menurut Lyn *dkk*(2002) kandungan selulosa pada dinding sel tanaman tingkat tinggi sekitar 35-50% dari berat kering tanaman. Selulosa adalah zat penyusun tanaman yang terdapat pada struktur sel. Hasil penelitian kandungan selulosa pada eceng gondok yang difermentasi dengan berbagai starter yang berbedan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Kandungan selulosa eceng gondok hasil fermentasi

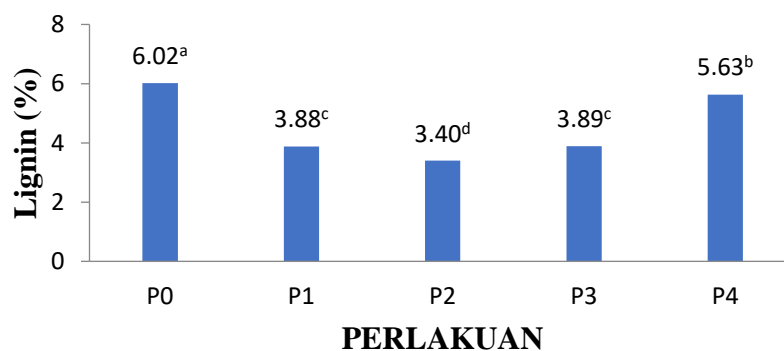
Hasil penelitian kandungan selulosa menunjukkan bahwa fermentasi eceng gondok dengan berbagai starter yang berbeda memperoleh nilai rata-rata yaitu P0= 35.59%, P1=30.50%, P2=31.11%, P3=31.65%, P4=34.07% (Gambar 2). Berdasarkan hasil analisis ANNOVA menunjukkan bahwa kandungan selulosa pada eceng gondok yang difermentasi dengan berbagai starter yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) (Lampiran 2). Hasil uji lanjut *Duncan* pada perlakuan P1 (eceng gondok + SOC) berbeda nyata lebih rendah ($P < 0,05$) dari pada P0 (Kontrol), P2 (Eceng gondok + SOC), P3 (eceng gondok+MA-11) dan P4 (Eceng gondok + EM-4).

Jika dilihat pada gambar 2. Kandungan selulosa pada eceng gondok yang difermentasi dengan starter SOC (P1) terjadi penurunan. Penurunan kandungan selulosa pada fermentasi eceng gondok terjadi karena adanya perenggangan ikatan lignoselulosa pada saat proses ensilase berlangsung. Sukma,*dkk* (2022) menyatakan bahwa proses fermentasi dapat menurunkan kandungan selulosa menjadi polimer yang lebih sederhana, karena pada proses ensilase terjadi pertumbuhan bakteri asam

laktat. Kandungan zat aditif yang terdapat pada SOC yang mempercepat pembentukan asam laktat dan asetat serta mempercepat penurunan PH.

Lignin

Lignin adalah komponen yang dapat ditemukan pada dinding sel tumbuhan dalam konsentrasi yang berbeda-beda, bergantung pada umur tanaman tersebut. Semakin dewasa umur tanaman, maka kandungan ligninnya semakin tinggi begitu juga sebaliknya. Sifat dari lignin kedap air, kedap cahaya dan tidak berpori, sehingga sulit dipecah oleh mikroba rumen (Joshi dkk, 2011). Lignin pula merupakan komponen dinding sel yang tidak bisa dicerna oleh bakteri rumen, sehingga jika kadar lignin rendah akan memudahkan bakteri dalam mendegradasi zat-zat makanan yang terdapat dalam isi sel (McDonald dkk, 1998). Hasil penelitian kandungan lignin dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Rataan Kandungan Lignin

Hasil penelitian kandungan selulosa menunjukkan bahwa fermentasi eceng gondok dengan berbagai starter yang berbeda memperoleh nilai rata-rata yaitu P0 6.02%, P1 3.88%, P2 3.40%, P3 3.89%, P4 5.63% (Gambar 3). Hasil analisis ANNOVA menunjukkan bahwa kandungan lignin pada fermentasi eceng gondok yang menggunakan berbagai starter berbeda memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) (Lampiran 3). Berdasarkan hasil uji lanjut *Duncan*, bahwa pada perlakuan P2 (eceng gondok + SBP) memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) lebih rendah di bandingkan dengan perlakuan P0 (kontrol), P1 (Eceng gondok+SOC), P3 (eceng gondok + MA-11), dan P4 (eceng gondok + EM-4). Akan tetapi antara perlakuan P1 dan P3 tidak menunjukkan adanya pengaruh yang nyata ($P < 0,05$).

Jika dilihat pada gambar 3. Rataan hasil kandungan lignin terjadi penurunan pada perlakuan P2 yaitu eceng gondok + SBP dengan nilai 3,40%. Hal ini dikarenakan pada P2 telah terjadi proses fermentasi lebih cepat dibandingkan perlakuan lainnya, sehingga dapat meregangkan ikatan lignoselulosa dan ikatan ligno hemiselulosa sehingga dapat meningkatkan pencernaan pada hewan. Hal ini sesuai dengan pendapat Widayati dan Widalestari (1996) bahwa tujuan dari proses fermentasi adalah untuk memecah ikatan kompleks lignoselulosa dan menghasilkan kandungan selulosa untuk dipecah oleh enzim selulase yang dihasilkan mikroba. Rendahnya kadar lignin pada P3 juga disebabkan karena

terjadi perombakan lignin oleh asam laktat yang dihasilkan pada fermentasi. Hal ini didukung oleh Nisa dan Susilawati (2020) yang menyatakan bahwa kandungan lignin pada saat fermentasi akan menurun sehingga daya ikat selulosa menjadi rendah.

KESIMPULAN

Penggunaan EM 4 sebagai bahan fermentasi dapat menurunkan kandungan hemiselulosa pada eceng gondok yang difermentasi jika di bandingkan dengan P0 (kontrol) dan juga bahan starter lainnya, Penurunan kandungan selulosa terjadi pada fermentasi eceng gondok menggunakan bahan starter SOC dan terjadi penurunan kandungan lignin yang sangat signifikan pada fermentasi eceng gondok menggunakan bahan starter SBP.

DAFTAR PUSTAKA

- Anindyawati, T. 2009. "Prospek Enzim dan Limbah Ligno selulosa untuk Produksi Bioetanol". Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI
- Ardiansyah A. 2016. Kualitas Dan Fermentabilitas In Vitro Campuran Legume Dan Silase Sorgum Varietas Citayam Dan Galur BMR 3.6 Pada Umur Panen Berbeda. Tesis. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Ariyani, D. D. (2016). *Kandungan NDF dan ADF Kulit Buah Kakao Yang Difermentasi Menggunakan Bioplus dan SBP (Saus Burger Pakan)* (Doctoral dissertation, Universitas Mataram).
- Fitriyanti, S. (2019). Kajian Pemanfaatan eceng gondok (*Eichornia crassipes*) sebagai pakan ternak Itik Alabio (*Anas platyrhynchos Borneo*). *Widyariset*, 5(2), 47-53.
- Fitrihidajati, H., Ratnasari, E dan Soeparno, G. (2015). Kualitas hasil fermentasi pada pembuatan pakan ternak ruminansia berbahan baku eceng gondok (*eichornia crassipes*) Biosantifika. *Journal of Biologi & Biology education*.
- Gani, A., A.K.M, Rahman. 2002. *Journal Of Biological Science*, 2(8): 558-559.
- Graf, A. dan Koehler, T. 2000. "Oregon Cellulose-Ethanol Study An Evaluation of The Potential for Ethanol Production in Oregon using Cellulose-Based Feedstock". Oregon Office of Energy. Oregon
- Joshi, B., M.R. Bhatt, D. Sharma, J. Joshi, R. Malla, and L. Sreerama. 2011. Lignocellulosic ethanol production: Current practices and recent developments. *Biotechnology and Molecular Biology Review*, 6(8): 172-182.
- Kusnandar, F. 2010. "Kimia Pangan Komponen Makro". Jakarta: PT. Dian Rakyat.
- Lynd, L.R., Weimer, P.J., Zyl, W.H., dan Pretorius, I.S. 2002. "Microbial Cellulose Utilization: Fundamentals and Biotechnology". *Microbiology and Molecular Biology Review* 66, Hal. 506-557
- Madigan, M. T., Martinko, J. M., Stahl, D. A., & Clark, D. P. (2012). *Biology of Microorganism 13 th ed.* Pearson.

- Marjefri, 2019. Pemanfaatan tanaman eceng gondok (*eichhornia crassipes*) sebagai kompos di kecamatan danau kerinci kabupaten kerinci tahun 2019.
- McDonald, P., R.A, Edward, and J.F.D, Grenhalg. 1998. *Animal Nutrition*. John Willey and Sons Inc. Ney York. 96-105.
- Muchtadi, T. R. dan F. Ayustaningwarno. 2010. *Teknologi Proses Pengolahan Pangan*. Alfabeta, Bandung.
- Muktiani. 2013. *Khasiat dan cara olah sirsak untuk kesehatan dan bisnis makanan*. Pustaka Baru Press.
- NilaJuwita, 2015. *Proses fermentasi eceng gondok dengan pichiastipitismucor indicus menggunakan metode simultaneous saccharification fermentation*. Surabaya
- Nisa, Z. K., Ayuningsih, B., dan Susilawati, I. (2020). Pengaruh Penggunaan Dedak Fermentasi Terhadap Kadar Lignin dan Selulosa Silase Rumpun Gajah (*Pennisetum Purpureum*). *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*,2(3).
- Perez, J., Dorado, J. M., Rubia, T., dan Martinez, J. 2002. “Biodegradation and Biological Treatments of Cellulose, Hemicellulose and Lignin: an Overview”. *International Microbiology* 5, Hal. 53-63
- Prabowo, A. 2011. *Pengawetan Dedak Padi dengan Cara Fermentasi*. Available at <http://sumsel.litbang.deptan.go.id/index.php/component/content/article/53-it-1/206-dedak-padi>. Diakses pada tanggal 4 juni 2022.
- Cahya, A. 2019. *Pengaruh Macam Inokulum Terhadap Karakteristik Fisik Serat Silase Eceng gondok (EichorniaCrassipes)*.
- Prasetyo, E., & Sunarto, M. S. (2012). *Pengaruh Konsentrasi Ragi Tape dan Lama Fermentasi Dalam Pembuatan Bioetanol Menggunakan Substrat Bonggol Pisang*. Yogyakarta: FMIPA Kimia UNY.
- Rahikainen, J., Martin Sempedro, R., Heikkinen, H., Rovio, S., & Mariamaa, K. (2013). Inhibitory Effect Lignin During Cellulose Bioconversion : The Effect of Lignin Chemistry on Non-productive Enzyme Adsorption. *Bioresource Technology*, 133, 270–278.
- RiswanYopi, 2015. *Pengaruh pemberian pakan fermentasi menggunakan starter Microbacter alfafa (MA-11) Terhadap konsumsi, pencernaan secara invivo dan produksi susu pada sapi perah PFH*. Malang.
- Sahid, S.A., Ayuningsih, B., dan Hernaman, I. (2022). *Pengaruh Lama Fermentasi pada Penggunaan Dedak Fermentasi terhadap Kandungan Lignin dan Selulosa Silase Tebon Jagung*. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 4(1), 1-9.
- Sembel, D. T. 2016. *Toksikologi Lingkungan Dampak Pencemaran Dari Berbagai Bahan Kimia Dalam Kehidupan Sehari-hari*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Septiana, T. (2020). *Pengaruh konsentrasi Saccharomyces Cerevisiae pada Fermentasi Eceng Gondok (Eichornia CrassipesSolms). Terhadap produksi bioetanol sebagai bahan pengayaan praktikum mikrobiologi terapan*.
- Steel, R. G. D., & Torrie, J. H. (1980). *Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach* (2nd ed.). McGraw-Hill.

- Suparjo. 2008. Degradasi Komponen Ligno selulosa oleh Kapang Pelapuk Putih. Jajo 66.Wordpress.com. 2000. Analisis Secara Kimiawi. Fakultas Peternakan. Jambi.Bachruddin, Z. 2014. Teknologi Fermentasi pada Industri Peternakan. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Suprihatin. 2010. TeknologiFermentasi. Surabaya: UNESA Pres.
- Surati. 2013. Kandungan Serat Kasar, Bahan kering dan Air Daun Eceng Gondok yang Difermentasi dengan EM4 pada Level dan Waktu yang berbeda. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin. Makassar.
- Trimulyono, G., & Fitri hidajati, H. 2020. Pembuatan Pakan Fermentasi untuk Ternak Ruminansia Berbasis Bahan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*).
- Tuo, M. 2016. *Kandungan Hemiselulosa, Selulosa, dan Lignin Silase Pakan Lengkap Berbahan Utama Batang Pisang*. Universitas Hasanuddin.
- White, J.G. 2000. "Oregon Perspective on Cellulose-to-Ethanol". Oregon Office of Energy. Oregon
- Widalestari. 1996. Limbah Untuk Pakan Ternak. Trubus Agrisana, Surabaya.
- Widianti, L. 2010. "Pengaruh Urea pada Biokonversi Xilosa Menjadi Xilitol dari Hidrolisist Hemiselulosa Limbah Tanaman Jagung (*Zea mays*) oleh *Debaryomyces Hansenii*". Skripsi. Jurusan Kimia-Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Wina, E. 2005. Teknologi Pemanfaatan mikroorganisme dalam pakan untuk meningkatkan produktivitas ternak ruminansia didalam indonesia :sebuah review. Balai penelitian ternak.
- Yani dan Ahmad. 2006. Penggunaan EM4 (Effective Microorganisme) Untuk Meningkatkan Performans Ternak Kelinci. Skripsi. Fakultas Peternakan. Universitas Muhammadiyah. Malang.
- Zakariah, M.A, 2012. Fermentasi Asam Laktat pada Silase. Fakultas Peternakan. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Steel, R.G.D., dan Torrie, J.H. (1980). *Principles and Procedurea of Statistics A Biometrical Approach* (2nd ed). McGraw-Hill.