

## Produksi Biomassa Segar dan Kecernaan *in sacco* Fodder Sorgum Hidroponik Dari Kultivar dan Waktu Panen Berbeda

(*Biomass Production and in Sacco Digestibility Sorghum Hydroponic Fodder from Different Cultivar and Harvest Time*)

Renny Chrisdiana

Balai Besar Pelatihan Peternakan Batu Jl Songgoriti No. 24 Kotak Pos 17 Kota Batu 65311

Email Korespondensi : [rennychrisdiana@gmail.com](mailto:rennychrisdiana@gmail.com)

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menemukan kultivar yang unggul dari dua kultivar yang berbeda dan waktu panen *fodder* sorgum hidroponik yang tepat berdasarkan produksi biomassa segar dan laju degradasi nutrien pakan di dalam rumen. Bahan yang digunakan adalah Sorgum dengan kultivar KD4 dengan waktu panen 8 hari (K8), KD4 dengan waktu panen 12 hari (K12), Super 1 dengan waktu panen 8 hari (S8), dan Super 1 dengan waktu panen 12 hari (S12). Rancangan percobaan menggunakan rancangan acak lengkap berpola faktorial dengan kultivar sorgum (KD4 dan Super-1) sebagai faktor A dan waktu panen *fodder* sorgum hidroponik (8 dan 12 hari) sebagai faktor B. Data yang diambil adalah produksi biomassa segar dan kecernaan bahan kering (BK) dalam rumen. Produksi *fodder* sorgum hidroponik diukur pada saat panen dengan ditimbang berat segarnya. Kecernaan bahan kering dalam rumen diukur dengan menggunakan sampel yang diinkubasi dalam rumen ternak berfistula dengan interval waktu yang berbeda yaitu inkubasi: 2, 4, 8, 16, 24, dan 48 jam. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan sidik ragam (ANOVA). Jika terdapat interaksi atau pengaruh utama faktor A atau faktor B akan diuji lanjut dengan uji Duncan. Hasil penelitian menunjukkan hasil berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) pada kultivar dan waktu panen terhadap produksi biomassa. Hasil perhitungan *in sacco* rumen didapatkan nilai degradasi teori (DT) dari BK K8 22,99 %, K12 23,67 %, S8 13,37 %, S12 15,21 %. Hasil penelitian menunjukkan tidak adanya interaksi antara kedua faktor (kultivar dan waktu panen) terhadap nilai kinetik degradasi bahan pakan *fodder* sorgum hidroponik, tetapi menunjukkan hasil berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) pada nilai fraksi terlarut dan DT dari BK pada jenis kultivar dan perbedaan yang tidak nyata pada waktu panen. Kesimpulan hasil penelitian ini bahwa *fodder* sorgum hidroponik kultivar Super-1 dengan waktu panen 8 hari memiliki hasil terbaik dengan produksi biomassa segar 27.948 kg per meter persegi sedangkan waktu nilai rata-rata fraksi terlarut dan laju degradasi tidak berpengaruh pada waktu panen tetapi pada kultivar KD4 nilai rata-rata fraksi terlarut dan laju degradasi lebih tinggi dibandingkan Super-1.

Kata kunci : *Fodder*, sorgum, hidroponik, waktu panen, laju degradasi

## ABSTRACT

*This experiment was designed to find best cultivars and harvest time of sorghum hydroponic fodder based on biomass production and the rate of degradation of feed nutrients in the rumen. The materials used were Sorghum with cultivar KD4 with a harvest time of 8 days (K8), KD4 with a harvest time of 12 days (K12), Super 1 with a harvest time of 8 days (S8), and Super 1 with a harvest time of 12 days (S12). The experimental design used a completely randomized design with a factorial pattern with sorghum cultivars (KD4 and Super-1) as factor A and hydroponic sorghum fodder harvest time (8 and 12 days) as factor B. The data taken were fresh biomass production and dry matter digestibility in the rumen. Hydroponic sorghum fodder production was measured at harvest by weighing the fresh weight. Dry matter digestibility in the rumen was measured using samples incubated in the rumen of fistulous cattle with different time intervals, namely incubation: 2, 4, 8, 16, 24, and 48 hours. The data obtained were analyzed using variance (ANOVA). If there is an interaction or main effect of factor A or factor B, it will be further tested with Duncan's test. The results showed that the results were significantly different ( $p < 0.05$ ) on cultivar and harvest time on biomass production. The results of the calculation in sacco rumen obtained the value of theoretical degradation (DT) from DM were K8 22.99%, K12 23.67%, S8 13.37%, and S12 15.21%. The results showed that there was no interaction between the two factors (cultivar and harvest time) on the kinetic value of the degradation of hydroponic fodder sorghum feed ingredients, but showed significantly different results ( $P < 0.05$ ) on the value of the dissolved fraction and DT of BK on the type of cultivar and the difference which is not real at harvest time. The conclusion of this study was that the hydroponic sorghum fodder of Super-1 cultivar with a harvest time of 8 days had the best yield with a fresh biomass production of 27,948 kg per square meter, while the time of the average value of the dissolved fraction and the rate of degradation had no effect on harvest time but on KD4 cultivars the value of the average dissolved fraction and degradation rate was higher than Super-1.*

**Keywords :** Fodder, sorghum, hydroponic , harvest time, in sacco

## PENDAHULUAN

Hijauan merupakan sumber pakan utama bagi ternak ruminansia untuk memenuhi kebutuhan hidup pokok, produksi, dan reproduksi. Untuk memenuhi kebutuhan ternak, dari segi kualitas tidak cukup dipenuhi dari hijauan dan harus disubsitusi dengan bahan lain untuk meningkatkan kualitas pakan ternak. Untuk mengatasi penyediaan hijauan yang berkualitas diperlukan alternatif teknologi yang bisa menyediakan hijauan dengan kualitas tinggi sehingga pemberian hijauan tidak

perlu disubsitusi dengan bahan lain karena sudah tercukupi kebutuhan nutrisinya. Teknologi alternatif yang bisa diaplikasikan untuk menyediakan hijauan berkualitas tinggi adalah sistem *fodder* hidroponik. *Fodder* yaitu produksi hijauan pakan ternak secara hidroponik dalam waktu singkat dengan menggunakan tanaman sereal dengan kelembaban dan nutrisi yang diperlukan untuk memungkinkan perkecambahan dan pertumbuhan tanaman tanpa media tumbuh padat yang menghasilkan tunas hijau dan akar berbentuk tikar untuk dipanen sebagai pakan ternak

(Crudeford, 1989). Tanaman sereal merespon pasokan air dan nutrisi untuk berkecambah, tumbuh, dan kemudian menghasilkan tumbuhan hijau dalam waktu singkat. Dalam Al-Karaki dan Al-Hashimi (2011) disebutkan bahwa tanaman *fodder* yang dihasilkan mencapai 15-25 kg per meter persegi dengan periode tanam 8–10 hari.

Keuntungan lain dari sistem *fodder* hidroponik ini yaitu dapat mengatasi masalah ketersediaan lahan. Lahan yang terbatas seperti contohnya di wilayah *urban farming* menyebabkan semakin sulitnya memenuhi kebutuhan hijauan pakan ternak, sehingga sistem *fodder* hidroponik juga dapat menjadi solusi kecukupan hijauan dengan keterbatasan lahan dengan produksi dalam waktu singkat dan kontinyu.

Berbagai sereal dapat dimanfaatkan untuk produksi *fodder* hidroponik, diantaranya barley, gandum, jagung, dan sorgum. Sorgum mempunyai kelebihan, di antaranya toleran terhadap kekeringan, kadar garam tinggi, daya adaptasi yang luas, dan biomassa yang lebih besar dibanding tanaman sereal lainnya. Di antara spesies-spesies sorgum yang dapat dikembangkan sebagai pakan ternak adalah *Sorghum bicolor* (L.Moench), yaitu kultivar KD4 dan Super-1.

Proses tumbuh tanaman secara hidroponik akan menyebabkan perubahan kimia dan struktural yang berlangsung dalam biji-bijian sereal melalui proses perkecambahan. Aktivasi enzim dalam sereal selama perkecambahan menyebabkan hidrolisis protein, karbohidrat dan lemak menjadi komponen sederhana. Hidrolisis ini meningkatkan konsentrasi asam amino, gula larut dan asam lemak dalam biji-bijian dan menghasilkan tunas, sehingga akan menghasilkan kualitas hijauan yang berbeda. Kualitas hijauan ini dapat dievaluasi salah satunya dengan

mengukur laju degradasi di dalam rumen melalui percobaan *in sacco* dengan menggunakan ternak berfistula pada rumen. Metode pengukuran kecernaan *in sacco* dengan cara memasukkan sampel pakan dalam kondisi sampel kering udara digiling ukuran partikel 3 mm ke dalam kantong nilon yang dimasukkan ke dalam rumen ternak melalui fistula dan diinkubasi dalam waktu tertentu. Sampel pakan dalam rumen akan mengalami degradasi oleh mikroba rumen dan sampel yang tersisa atau residu setelah inkubasi yang masih terdapat dalam kantong nilon merupakan pakan yang tidak terdegradasi dalam rumen. Yang terdapat dalam residu tersebut selain pakan yang tidak terdegradasi juga terdapat biomassa mikroba yang nantinya akan masuk ke alat pencernaan berikutnya menuju usus halus. Selisih antara sampel pakan awal yang masuk kantong dikurangi sampel residu merupakan pakan tercerna atau terdegradasi dalam rumen. Dengan metode *in sacco* akan diketahui laju dan tingkat degradasi pakan dalam rumen (Hartutik, 2012).

Tujuan penelitian ini adalah untuk menemukan kultivar yang unggul dari dua kultivar yang berbeda dan waktu panen yang tepat sebagai pakan ternak berdasarkan laju degradasi pakan secara *in sacco*. Manfaat penelitian yaitu dapat memberikan informasi bagi peternak mengenai manfaat *fodder* sorgum hidroponik sebagai teknologi penyediaan hijauan yang berkualitas dan hemat lahan dalam waktu singkat.

## MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan dalam percobaan penanaman *fodder* sorgum hidroponik adalah biji sorgum bicolor dengan dua kultivar yaitu KD4 dan

Super 1. Materi yang digunakan dalam pengukuran laju degradasi rumen (*in sacco*) adalah kambing berfistula rumen. Rancangan percobaan untuk percobaan *in sacco* menggunakan rancangan acak lengkap berpola faktorial dengan tiga ulangan (2x2x3) (Steel dan Torrie, 1991). Faktor A adalah kultivar sorgum : A1 = KD4 dan A2 = Super-1. Faktor B adalah waktu panen *fodder* sorgum hidroponik : B1 = waktu panen 8 hari dan B2 = waktu panen 12 hari.

Metode penanaman *fodder* sorgum hidroponik dimulai dari penimbangan biji sorgum sebanyak 600 gram dalam 1 nampan sebanyak 12 nampan sesuai perlakuan, kemudian direndam larutan *sodium hypochloride* 20% selama 20 menit. Biji sorgum dicuci kembali, kemudian direndam menggunakan air selama 24 jam. Setelah perendaman, air ditiriskan dan biji disebar rata pada nampan. Biji sorgum disiram pagi dan sore sampai dengan waktu panen yaitu 8 hari dan 12 hari. Sampel *fodder* sorgum hidroponik yang sudah dipanen ditimbang berat segarnya untuk mengetahui produksi biomassa segarnya. Sampel yang sudah ditimbang kemudian dikeringkan menggunakan oven suhu 60°C selama 48 jam, selanjutnya digiling dan disaring dengan menggunakan saringan berdiameter 3 mm untuk pengukuran laju degradasi dalam rumen.

Kantong nilon/*polyester* yang akan diinkubasikan dalam rumen mempunyai porositas 46 µm berukuran 4x11 cm dan direkatkan menggunakan pemanas pada ketiga sisinya, diberi label/tanda sesuai dengan perlakuan, waktu inkubasi dan ulangan untuk inkubasi rumen. Kantong kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C hingga beratnya konstan dan ditimbang berat kosongnya. Selanjutnya sampel seberat 3 g dimasukkan ke dalam kantong untuk

inkubasi rumen. interval waktu inkubasi yaitu 2, 4, 8, 16, 24, dan 48 jam. Ransum yang diberikan pada ternak terdiri dari hijauan dan konsentrat dengan imbang 80 : 20, dengan kandungan PK ransum 12,47%. Ransum diberikan pada jam 07.00 WIB dan 16.00 WIB, sedangkan air diberikan secara *ad libitum*.

Kantong nilon yang sudah siap diikat menggunakan tali pada sisi yang berlubang kemudian sampel ditautkan dengan tali pada cincin yang terbuat dari besi. Panjang tali yang digunakan berukuran 40-60 cm. Inkubasi dimulai pada pagi hari sebelum ransum pagi diberikan (pukul 07.00 WIB), kantong yang dimasukkan sebanyak 6 kantong berdasarkan perlakuan dan interval waktu inkubasi yaitu 2, 4, 8, 16, 24, dan 48 jam. Kemudian sisa residu di hitung kandungan bahan keringnya.

Data nilai degradasi BK dihitung menggunakan rumus (Orskov & McDonald (1970), dengan persamaan :  $p = a + b(1 - e^{-ct})$  dengan p adalah jumlah kumulatif yang terdegradasi pada waktu t, a adalah fraksi yang cepat terlarut/terdegradasi (%), b adalah fraksi yang potensial didegradasi dalam rumen (%), c adalah laju degradasi fraksi b (%/jam), dan t adalah waktu (jam). Degradasi teoritis (DT%) =  $a + ((b \times c)/c + kp)$ .

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan sidik ragam (ANOVA). Jika terdapat interaksi atau pengaruh utama faktor A atau faktor B akan diuji lanjut dengan uji Duncan (Steel dan Torrie 1997).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Produksi Biomassa Segar

Hasil analisis ragam tidak menunjukkan adanya interaksi antara kedua faktor (kultivar dan waktu panen)

terhadap produksi biomassa segar *fodder* sorgum hidroponik, tetapi menunjukkan nilai berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) pada waktu panen dan kultivar sorgum. Hasil uji Duncan rata-rata produksi biomassa segar pada Tabel 2 menunjukkan bahwa produksi biomassa segar per meter persegi tertinggi berdasarkan waktu panen adalah pada waktu panen 12 hari yaitu 30.951 kg, kemudian waktu panen 8 hari yaitu 26.730 kg. Hal ini menggambarkan semakin panjang waktu panen, produksi biomassa segar semakin tinggi. Kandungan bahan kering dari biji secara signifikan berkurang dengan meningkatnya periode tumbuh 6-7 hari. Jumlah segar yang diperoleh per kilogram tanaman meningkat yang disebabkan oleh penyerapan air selama perkecambahan benih sehingga menghasilkan persentase bahan kering yang berbeda (Fazaeli *et al.*, 2012).

Pertumbuhan awal *fodder* hidroponik dimulai dari proses perkecambahan biji. Perkecambahan adalah suatu proses yang terjadi saat biji yang tidak aktif mengalami perkembangan sedemikian rupa hingga akan memunculkan suatu semai (Purbajanti, 2013). Proses penanaman *fodder* dilakukan tanpa penambahan nutrisi secara eksternal, sehingga pertumbuhan tanaman hanya bergantung pada cadangan makanan pada biji. Berat keseluruhan semai biji selama proses perkecambahan mengalami kemunduran dalam waktu kira-kira 10 hari karena hilangnya respirasi (Gardner *et al.*, 2008). Selanjutnya dijelaskan Andriani dan Isnaini (2013) bahwa sorgum yang

ditanam dengan media tanah dengan umur antara 3-10 hari setelah tanam (HST) pertumbuhan bergantung pada nutrisi dan cadangan makanan dari benih. Tunas pucuk (*coleoptile*) muncul di atas tanah setelah 3-4 HST, sedangkan akar sekunder akan mulai berkembang 3-7 hari setelah berkecambah.

Berdasarkan kultivar sorgum, hasil uji Duncan menunjukkan bahwa rata-rata produksi biomassa segar per meter persegi tertinggi pada kultivar Super-1 yaitu 31.410 kg kemudian kultivar KD4 yaitu 28.008 kg. Kultivar Super-1 memiliki produksi biomassa segar lebih besar dibandingkan KD4. Produksi *fodder* tergantung pada jenis tanaman, kultivar, dan kondisi lingkungan. Tanaman *fodder* yang dihasilkan dari biji-bijian mencapai 15-25 kg per meter persegi, dengan periode tanam 8-10 hari (Al-Karaki dan Al-Hashimi, 2011).

Hasil dan kualitas *fodder* juga dipengaruhi oleh banyak faktor seperti waktu perendaman, kualitas biji, jenis biji dan perawatan, suhu, kelembaban, pasokan nutrisi, dan kepadatan biji (Chavan dan Kadam, 1989). Kandungan pati dalam tanaman sereal merupakan bahan baku yang mendukung pertumbuhan tanaman. Imbibisi air selama proses perendaman akan mengaktifkan enzim dalam biji yang menghidrolisis pati untuk membentuk gula yang tersedia untuk perkembangan embrio. Di bawah kondisi kelembaban optimum, gula akan digunakan untuk sintesis dinding sel dan untuk menyediakan energi untuk pertumbuhan (Crudeford, 1989).

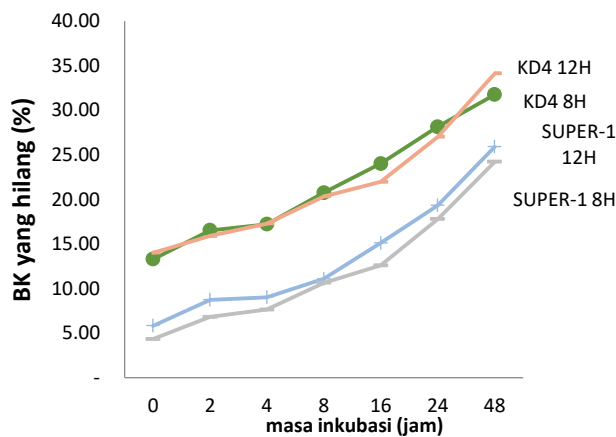
Tabel 1. Produksi Biomassa Segar *Fodder* Sorgum Hidroponik

Kultivar	Waktu panen (hari)		Rerata kultivar sorgum kg/m <sup>2</sup>
	8	12	
KD4	25.511	28.373	28.008 <sup>b</sup>
Super-1	27.948	33.530	31.410 <sup>a</sup>
Rerata waktu panen	26.730 <sup>b</sup>	30.951 <sup>a</sup>	

<sup>ab</sup>Superskrip yang berbeda pada kolom atau baris rerata yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang nyata (P<0,05)

### Laju Degradasi Bahan Kering

Kurva dari laju degradasi bahan kering *fodder* sorgum hidroponik yang diuji selama masa inkubasi 48 jam ditampilkan pada Ilustrasi 1. Berdasarkan analisis deskriptif terlihat bahwa perbedaan laju degradasi adalah pada kultivar sorgum. Kultivar Super-1 lebih sedikit didegradasi dalam rumen dalam kurun waktu 48 jam (25,9% & 24,2%) dibandingkan kultivar KD4 (31,74% & 34,11%). Sedangkan antara waktu panen 8 dan 12 hari jumlah BK yang terdegradasi selama kurun waktu 48 jam relatif sama.



Gambar 1. Laju Degradasi Bahan Kering *Fodder* Sorgum Hidroponik

Perbedaan laju degradasi pada kultivar sorgum menggambarkan kultivar Super-1 memiliki material tidak tercerna lebih besar dibandingkan kultivar KD4 dan hal ini berhubungan dengan komposisi serat kasar terutama

ADF pada kultivar Super-1 yang lebih besar (9,96% dan 17,65%) dibandingkan kultivar KD4 (8,99% dan 10,9%) (Tabel 1). Hal ini juga disebutkan Widyawati *et al.*, (2007) bahwa BK yang terdegradasi lebih kecil di rumen disebabkan kandungan serat yang tinggi. Selanjutnya Dung *et al.* (2010) menemukan bahwa pada *fodder* barley hidroponik, degradasi bahan kering *fodder* secara signifikan lebih tinggi daripada pecahan biji gandum setelah enam jam inkubasi dalam rumen, tetapi tidak ada perbedaan yang signifikan setelah 12-96 jam.

Hasil rata-rata nilai kinetik yang berhubungan dengan degradasi bahan kering pakan dalam rumen berdasarkan rumus Orskov *et al.*, (1980) ditampilkan pada Tabel 1. Hasil analisis ragam tidak menunjukkan adanya interaksi antara kedua faktor (kultivar dan waktu panen) terhadap nilai kinetik degradasi bahan pakan *fodder* sorgum hidroponik, tetapi menunjukkan hasil berbeda nyata (P<0,05) pada nilai a dan DT dari BK pada jenis kultivar dan perbedaan yang tidak nyata pada waktu panen.

Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa nilai rata-rata fraksi terlarut (a) pada kultivar KD4 lebih tinggi yaitu 13,65% dibandingkan Super-1 (5,09%) sedangkan laju degradasi konstan (DT) dari kultivar KD4 lebih tinggi (23,33%) dibandingkan kultivar Super-1 (14,39%). Tingginya nilai fraksi terlarut dan laju degradasi konstan pada kultivar sorgum KD4 dibandingkan Super-1 disebabkan oleh komposisi nutrisi yang berbeda dari

masing-masing kultivar terutama nilai BETN yang tinggi pada kultivar KD4 (64,60% dan 58,61%) dibandingkan Super-1 (51,49% dan 33,79%). Kultivar Super-1 memiliki kelarutan dan laju degradasi lebih rendah disebabkan komponen serat yang lebih tinggi terutama nilai ADF (9,96 % dan 17,65%) dibandingkan KD4 (8,99% dan 10,9%) (Tabel 1). Dung *et al.*, (2010) menjelaskan bahwa perbedaan yang signifikan juga ditemukan pada bagian akar dengan bagian daun pada *fodder*, yaitu bagian daun merupakan bagian yang lebih mudah didegradasi dibandingkan bagian akar sehingga laju degradasi pakannya lebih cepat karena bagian akar memiliki komponen ADF terbesar dibanding bagian daun.

Perbedaan fraksi mudah larut dan laju degradasi konstan dipengaruhi oleh komposisi nutrisi pakan, lama

tinggal pakan didalam rumen dan juga ketersediaan substrat untuk aktivitas mikrobia dalam mendegradasi pakan di dalam rumen. Waktu tinggal di dalam rumen yang semakin lama akan mengakibatkan meningkatnya kontak antara pakan dengan mikrobia rumen, sehingga memungkinkan aktivitas mikrobia rumen semakin besar dalam mendegradasi pakan (Hadi *et al.*, 2011). Sifat fisik bahan pakan meliputi kelarutan bahan pakan, laju degradasi di dalam rumen (*outflow rate*), tingkat konsumsi, ketersediaan substrat terfermentasi, populasi mikrobia, ukuran partikel, bentuk fisik, dan pH rumen serta lingkungan rumen merupakan faktor utama yang menentukan karakteristik degradasi bahan pakan dalam rumen (Orskov dan Ryle, 1990).

Tabel 2. Fraksi yang mudah larut (*a*), fraksi yang potensial terdegradasi (*b*), laju fraksi yang potensial terdegradasi (*c*), dan Degradasi Teori (DT) dari BK *fodder* Sorgum Hidroponik

Variabel	Kultivar	waktu panen (hari)		rerata kultivar sorgum
		8	12	
		----- % -----		
<i>a</i>	KD4	14,01	13,30	13,65 <sup>a</sup>
	Super-1	4,34	5,84	5,09 <sup>b</sup>
	rerata waktu panen	9,17	9,57	
<i>b</i>	KD4	20,10	18,44	19,27
	Super-1	19,86	20,06	19,96
	rerata waktu panen	19,98	19,25	
<i>c</i>	KD4	4,37	6,43	5,40
	Super-1	4,39	4,34	4,37
	rerata waktu panen	4,38	5,38	
DT	KD4	22,99	23,67	23,33 <sup>a</sup>
	Super-1	13,57	15,21	14,39 <sup>b</sup>
	rerata waktu panen	18,28	19,44	

<sup>ab</sup> Superskrip yang berbeda pada kolom rerata yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ )

*a* fraksi yang mudah larut

*b* fraksi yang potensial terdegradasi

*c* laju fraksi yang potensial terdegradasi

DT degradasi teori

## KESIMPULAN

Kesimpulan hasil penelitian ini bahwa *fodder* sorgum hidroponik kultivar Super-1 dengan waktu panen 8 hari memiliki hasil terbaik dengan produksi biomassa segar 27.948 kg per meter persegi sedangkan waktu nilai rata-rata fraksi terlarut dan laju degradasi tidak berpengaruh pada waktu panen tetapi pada kultivar KD4 nilai rata-rata fraksi terlarut dan laju degradasi lebih tinggi dibandingkan Super-1.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Al-Karaki, G.N. dan M. Al-Hashimi. 2011. Green *fodder* production and water use efficiency of some forage crops under hydroponic conditions. International Scholarly Research Network. Agronomy 2012.
- Andriani, A. dan M. Isnaini. 2013. Sorgum : Inovasi Teknologi dan Pengembangan (Morfologi dan Fase Pertumbuhan Sorgum). Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. IAARD Press. Jakarta.
- Chavan, J. and S.S. Kadam. 1989. Nutritional improvement of cereals by sprouting. Crit Rev Food Sci Nutr 28 (5) : 401-437.
- Cuddeford, D. 1989. Hydroponic grass. In Practice 11(5) : 211-214.
- Dung, D.D., I. R. Goodwin, J.V. Nolan. 2010. Nutrient content and *in sacco* digestibility of barley grain and sprouted barley. J. Anim. Vet. Adv. 9 (19) : 2485-2492.
- Fazaeli, H., H.A. Golmohammadi, S.N.Tabatabayee, M.Asghari-Tabrizi. 2012. Productivity and nutritive value of barley green *fodder* yield in hydroponic system. World Appl Sci J 16 (4): 531-539.
- Gardner F.P, R.Brent Pearce, Roger L. Mitchell. 2008. Fisiologi Tanaman Budidaya. UI Press. Jakarta. (Diterjemahan oleh Herawati Susilo dan Subiyanto).
- Hadi, R.F., Kustantinah, Hartadi, H. 2011. Kecernaan *in sacco* hijauan leguminosa dan hijauan non-leguminosa dalam rumen sapi peranakan ongole. Buletin Peternakan 35 (2) : 79-85.
- Hartutik. 2012. Metode Analisis Mutu Pakan. UB Press Malang.
- Ørskov, E. R. dan I. McDonald.1970. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci. 92: 499- 503.
- Ørskov, E. R., F.D. Deb Hovell dan F. Mould. 1980. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. Trop. Anim. Prod. 5:3.
- Ørskov, E.R. dan M. Ryle. 1990. Energy Nutrition In Ruminants. Elsevier Applied Science.
- Steel, R.G.D., dan J.H. Torrie. 1991. Prinsip dan Prosedur Statistika. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Widiawati,Y., M.Winugroho, E.Teleni. 2007. Perbandingan laju degradasi rumput gajah dan tanaman leguminosa di dalam rumen. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. 21-22 Agustus 2007. Balai Penelitian Ternak Bogor. Hal 374-379.