

Evaluasi Fraksi Serat untuk Mengestimasi *Relative Feed Value* pada Tanaman Sorgum Galur Mutan

Fiber Fractions Evaluation and Relative Feed Value Estimation of Sorghum Mutant Lines

T. Wahyono^{1*}, D.A. Astuti¹, A. Jayanegara¹, K. G. Wiryawan¹, I. Sugoro²

¹ Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor Jl Agatis, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia

² Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional Jl. Lebak Bulus Raya no. 49, Jakarta 12440, Indonesia

* E-mail : why.tguh@gmail.com

ABSTRAK

Sorghum G5 dan G8 adalah dua sorgum galur mutan yang diproyeksikan sebagai sorgum khusus pakan ternak. Sampai saat ini, belum terdapat cukup informasi terkait profil serat yang terkandung dalam kedua galur mutan tersebut. Profil serat yang diasosiasikan dalam fraksi *neutral detergent fiber* (NDF) dan *acid detergent fiber* (ADF) akan mempengaruhi pencernaan tanaman sorgum. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk: 1) mengevaluasi profil fraksi serat dan mengestimasi *relative feed value* (RFV) pada tanaman sorgum galur mutan, 2) mengevaluasi profil serat pada fase generatif yang berbeda, dan 3) mengetahui profil serat sorgum secara kualitatif menggunakan *fourier transform mid-infrared* (FTIR). Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok pola faktorial (4x3x3). Faktor pertama adalah varietas/galur mutan tanaman (varietas Numbu, Pahat, galur mutan G5 dan G8). Faktor kedua adalah waktu pemanenan (*flowering*, *soft dough* dan *hard dough*). Faktor ketiga adalah Bagian tanaman (batang, daun dan malai sorgum). Parameter yang diamati adalah profil serat kuantitatif (NDF dan ADF), RFV dan profil serat secara kualitatif menggunakan FTIR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh perbedaan varietas/galur mutan, fase generatif dan bagian tanaman terhadap profil serat tanaman sorgum. Terdapat interaksi antara perbedaan varietas/galur mutan dengan fase generatif tanaman. Sorghum G5 fase *hard dough* menghasilkan kandungan NDF batang yang lebih rendah dibandingkan Numbu (54,23% vs 60,41%) ($P<0,01$). Sorghum G8 fase *hard dough* menghasilkan kandungan ADF daun yang lebih rendah dari Numbu (30,07% vs 32,63%) ($P<0,01$). Nilai RFV tertinggi pada bagian batang, daun dan malai berturut-turut dihasilkan oleh sorgum G5, G8 dan Pahat. Hasil pengukuran kualitatif menggunakan FTIR berasosiasi dengan pengukuran NDF dan ADF secara konvensional. Kesimpulan dari penelitian ini adalah: 1) galur mutan G5 dan G8 menghasilkan fraksi serat yang lebih mudah dicerna dibandingkan varietas Numbu. Hal tersebut ditunjukkan oleh nilai RFV yang tinggi pada bagian batang dan daun; 2) Fase *hard dough* adalah umur panen yang terbaik; dan 3) FTIR dapat digunakan untuk menggambarkan profil serat sorgum secara kualitatif.

Kata kunci : fraksi serat, FTIR, galur mutan, *relative feed value*, sorgum

ABSTRACT

G5 and G8 are two mutant lines projected as specifically sorghum for forages. There is not much information regarding the fiber profile from G5 and G8. The profile of the fiber associated with *neutral detergent fiber* (NDF) and *acid detergent fiber* (ADF) will affect the digestibility of sorghum mutant lines. The objectives of this research were to: 1) evaluate the profile of fiber fraction and estimate the *relative feed value* (RFV) on sorghum mutant lines, 2) evaluate the fiber profiles in different generative phases, and 3) determine the profile of fiber fractions by *fourier transform mid-infrared* (FTIR). This research was arranged into a randomized block design with two factors. The first factor was the variety/mutant lines of sorghum (Numbu, Pahat, G5 and G8). The second factor was the generative phase (*flowering*, *soft dough* and *hard dough*). Variables measured were NDF, ADF content, estimation of dry matter digestibility (DMD), dry matter intake (DMI), RFV and fiber profile by FTIR. Results showed that different mutant lines/varieties, generative phases and parts of plant had effect on fiber profiles. There is an interaction between different mutant lines/varieties with generative phases. G5 sorghum contains lower NDF content in stem at *hard dough* phase than Numbu variety (54,23% vs 60,41%) ($P<0,01$). G8 sorghum produced lower ADF content in leaf at *hard dough* phase than Numbu (30,07% vs 32,63%) ($P<0,01$). The RFV is highest in stem, leaf and panicle respectively produced by G5, G8 and Pahat. Qualitative fiber measurements using FTIR were associated with NDF and ADF measurements. Based on those findings, it can be concluded that: 1) G5 and G8 produce more digestible fiber fractions than Numbu variety. The high RFV was produced by mutant lines sorghum in the part of stem and leaf; 2) The

hard dough phase is the best harvesting age and 3) FTIR could be used to describe the profile of sorghum fiber qualitatively.

Key words: *fiber fractions, FTIR, mutant lines, relative feed value, sorghum*

PENDAHULUAN

Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) adalah tanaman yang potensial dimanfaatkan sebagai hijauan pakan ternak. Tanaman sorghum memiliki keunggulan antara lain: tahan terhadap kondisi lahan kering [1] dan dapat hidup pada lahan dengan tingkat salinitas tinggi [2]. Nilai nutrisi yang terkandung pada hijauan sorghum dapat ditentukan dari profil serat atau karakteristik karbohidrat yang ada di dalamnya [3]. Profil serat yang diasosiasikan dalam fraksi *neutral detergent fiber* (NDF) dan *acid detergent fiber* (ADF) akan mempengaruhi pencernaan suatu hijauan pakan [4], [5]. Karakteristik profil serat dan nutrisi tanaman sorghum sangat dipengaruhi oleh perbedaan jenis/varietasnya [6], [7].

Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) telah melakukan upaya perbaikan dan pemuliaan tanaman sorghum melalui pemanfaatan radiasi sinar Gamma bersumber ^{60}Co terhadap benih kultivar Durra dan galur mutan Zh-30 [8]. Varietas sorghum yang telah dihasilkan BATAN diantaranya adalah: Pahat, Samurai 1 dan Samurai 2 [9]. Disamping beberapa varietas tersebut, BATAN juga telah mengembangkan beberapa galur mutan yang dapat digunakan sebagai pakan ternak [10]. Dua galur mutan yang diproyeksikan sebagai varietas khusus untuk hijauan pakan adalah galur G5 dan G8. Profil serat pada kedua galur mutan tersebut perlu dievaluasi dan dibandingkan dengan sorghum varietas nasional (Numbu) dan varietas induk dari BATAN (Pahat). Hal tersebut karena adanya perbedaan karakteristik dari keempat jenis sorghum tersebut. Li *dkk* [11] mengklasifikasikan tanaman sorghum berdasarkan karakteristik pelepah daun dan tipe batangnya: 1) *white midrib* (WMR) dengan karakteristik pelepah putih dan tekstur kering pada bagian dalam batang; 2) *green midrib* (GMR) dengan karakteristik pelepah hijau dan tekstur basah pada bagian dalam batang dan 3) *brown midrib* (BMR) dengan karakteristik pelepah merah kecoklatan dengan tekstur basah bagian dalam batang. Karakteristik agronomi sorghum varietas Numbu dan Pahat termasuk dalam sorghum jenis WMR, sorghum galur mutan G5 adalah jenis BMR, sedangkan G8 termasuk dalam sorghum GMR. Selain perbedaan varietas/jenis tanaman, profil serat dan kecernaannya juga

dipengaruhi oleh perbedaan umur pemanenan atau fase generatif tanaman [1], [2].

Nilai fraksi serat dapat digunakan untuk mengestimasi angka *Relative Feed Value* (RFV) pada suatu bahan pakan. Basaran *dkk* [13] menyatakan bahwa RFV adalah nilai yang merefleksikan pencernaan pakan (dari % ADF) dan potensial *intake* pakan (dari % NDF). Profil serat hijauan pakan juga dapat dianalisis secara kualitatif menggunakan aplikasi Fourier Transform mid-Infrared (FTIR). Perangkat FTIR secara umum digunakan untuk mengeksplorasi karakteristik struktur ikatan kimia yang terdapat dalam tanaman seperti fraksi dinding sel atau kandungan lignin [14]. Dewi *dkk* [15] menggunakan FTIR untuk mengetahui perubahan struktur serat setelah perlakuan menggunakan *fiber cracking technology*. Brown *dkk* [16] menggunakan FTIR untuk mengidentifikasi variasi dinding sel pada *Setaria italic*. Aplikasi FTIR untuk membedakan profil serat antar galur/varietas tanaman sorghum, belum pernah dilakukan di Indonesia. Tujuan dari penelitian ini adalah: 1) mengevaluasi profil fraksi serat dan mengestimasi RFV pada tanaman sorghum galur mutan. 2) mengevaluasi profil serat pada fase generatif yang berbeda untuk menentukan umur panen terbaik, dan 3) mengetahui profil serat sorghum secara kualitatif menggunakan FTIR.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Peralatan

Bahan penelitian yang digunakan adalah benih sorghum varietas Numbu, Pahat, galur mutan G5 dan G8, *Neutral Detergent Solution* ANKOM®, *Acid Detergent Solution* ANKOM® dan KBr. Alat yang digunakan adalah *chopper*, oven 60 °C, penggiling besar, neraca digital, *fiber analyzer* ANKOM®, *filter bag* ANKOM® F57 dan *IRPrestige-21 Fourier Transform mid-InfraRed* (FTIR) Shimadzu®.

Rancangan percobaan dan analisis statistik

Analisis data menggunakan rancangan acak kelompok pola faktorial. Faktor pertama adalah varietas/galur mutan tanaman (varietas Numbu, Pahat, galur mutan G5 dan G8). Faktor kedua adalah waktu pemanenan (*flowering*, *soft dough*

dan *hard dough*). Perlakuan dibagi menjadi tiga kelompok dengan masing-masing tiga kali pengulangan. Data dianalisis menggunakan *analysis of variance* (ANOVA) menggunakan SPSS 22.0. Perbedaan antar perlakuan dianalisis dengan uji *Duncan Multiple Range Test* [22].

Penanaman dan preparasi bahan

Tanaman sorgum ditanam di Kebun Percobaan PAIR BATAN (6°17'38.9" LS; 106°46'28.8" BT) pada Februari-Juni 2018. Wilayah penanaman adalah wilayah tropis kondisi *semi-arid* dengan ketinggian 38 m dpl. Curah hujan tahunan 100-300 mm (85-150% pada Februari-Juni 2018) dan suhu rata-rata 28.7°C [17].

Benih sorgum ditanam pada area 20x60 cm dengan kedalaman 5-6 cm. Pemupukan diberikan pada hari ke-7 HST (hari setelah tanam) berupa urea, TSP (*tri sodium phosphate*) dan KCl (*potassium chloride*) dengan rasio 2:3:2 (g/g/g) sebanyak 210 kg/ha. Pemupukan kedua menggunakan 140 kg/ha urea pada hari ke-30 HST. Pemanenan dilakukan pada fase generatif *flowering* (70 hari HST), *soft dough* (95 HST) dan *hard dough* (115 HST) (Gambar 1). Perbedaan fase generatif dilihat pada penampakan malai (Gambar 1). Tanaman sorgum yang dipanen, dipisahkan menjadi tiga bagian (batang, daun dan malai) kemudian dikeringkan pada suhu 60 °C selama 48 jam dan digiling pada ukuran 1 mm untuk dilakukan analisis serat dan FTIR.



Gambar 1. Penampakan malai pada penentuan fase *flowering* (a), *soft dough* (b) dan *hard dough* (c)

Analisis NDF dan ADF

Analisis fraksi serat yang diamati adalah kandungan *Neutral Detergent Fiber* (NDF) dan *Acid Detergent Fiber* (ADF). Kandungan NDF dan ADF dianalisis menggunakan prosedur dalam Van Soest dkk [18].

Analisis FTIR

Bagian tanaman yang diamati menggunakan FTIR adalah bagian batang dan daun. Pertimbangannya adalah karena kedua bagian tersebut merepresentasikan sumber serat dengan proporsi terbanyak pada tanaman sorgum [19].

Prosedur pengukuran menggunakan FTIR dilakukan berdasarkan metode dalam Liu *dkk* [14].

Estimasi RFV

Estimasi nilai *Dry Matter Digestibility* (DMD), *Dry Matter Intake* (DMI) dan *Relative Feed Value* (RFV) ditentukan dengan perhitungan: $DMD (\%) = 88.9 - (\%ADF \times 0,779)$; $DMI (\% \text{ berat badan}) = 120/\% NDF$; $RFV = (DMD \times DMI)/1,29$ [4,5]. Parameter RFV digunakan untuk penentuan kualitas hijauan pakan yang ada di dalam *the Hay Marketing Task Force of the American Forage and Grassland Council*. Standar nilai hijauan pakan: *reject* (5) (skor<75), *poor* (4) (75-86), *fair* (3) (87-102), *good* (2) (103-124), *premium* (1) (125-151) dan *prime* (>151) [21].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil serat tanaman sorgum

Kandungan NDF dan ADF pada bagian batang, daun dan malai dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan profil serat yang dipengaruhi oleh perbedaan varietas/galur mutan, fase generatif dan bagian tanaman ($P<0,01$). Terdapat interaksi yang nyata antara perbedaan varietas/galur mutan dengan fase generatif tanaman sorgum. Sorgum G5 fase *hard dough* menghasilkan kandungan NDF batang yang lebih rendah dibandingkan sorgum Numbu pada fase yang sama (54,23% vs 60,41%) ($P<0,01$). Sorgum G8 fase *hard dough* menghasilkan kandungan NDF daun yang lebih rendah dibandingkan sorgum Numbu pada fase yang sama (57,25 % vs 58,70%) ($P<0,01$). Pada bagian malai, kandungan NDF terendah dihasilkan oleh sorgum Pahat (43,44%) ($P<0,01$). Nilai rerata kandungan NDF menunjukkan bahwa sorgum G5, G8 dan Pahat menghasilkan nilai terendah masing-masing pada bagian batang, daun dan malai ($P<0,01$). Berdasarkan nilai rerata, semakin meningkat umur panen akan menurunkan kandungan NDF pada batang, daun dan malai sorgum ($P<0,01$). Hasil uji statistik menunjukkan adanya interaksi yang nyata antara perbedaan varietas/galur mutan dengan fase generatif tanaman.

Kandungan ADF pada setiap bagian tanaman sorgum memiliki pola yang sama dengan kandungan NDF. Galur mutan G5 fase *hard dough* menghasilkan kandungan ADF batang yang terendah ($P<0,01$). Pada bagian daun, kandungan

ADF terendah dihasilkan oleh sorgum G8 fase *soft dough*, namun tidak berbeda nyata dibandingkan sorgum Pahat fase *flowering*. Kandungan ADF terendah pada bagian malai dihasilkan oleh sorgum Pahat fase *hard dough* ($P<0,01$). Berdasarkan faktor perbedaan varietas/galur mutan, sorgum G5 menghasilkan kandungan ADF terendah pada bagian batang ($P<0,01$). Sorgum G8 menghasilkan rerata kandungan ADF terendah pada bagian daun dan malai ($P<0,01$). Kandungan ADF batang akan semakin menurun seiring dengan meningkatnya umur panen ($P<0,01$). Terdapat interaksi antara faktor varietas/galur mutan dengan fase generatif pada saat pemanenan terhadap kandungan ADF ($P<0,01$).

Fraksi NDF adalah kandungan serat total atau fraksi dinding sel yang terdapat dalam tanaman [3]. Ketersediaan fraksi serat berasosiasi dengan tingkat pencernaan dan ketersediaan energi yang diperoleh dari hijauan pakan untuk digunakan ternak [23]. Kandungan NDF yang cenderung rendah pada batang sorgum G5 disebabkan oleh tipe G5 yang termasuk dalam sorgum BMR. Tipe BMR diasosiasikan sebagai sorgum rendah lignin yang berpengaruh terhadap rendahnya persentase NDF [24]. Kandungan lignin tertinggi terdapat pada batang karena lignin juga berfungsi sebagai penahan tegaknya tanaman. Sriagtula [19] juga melaporkan bahwa batang sorgum BMR memiliki persentase NDF yang lebih rendah 11,66% dibandingkan dengan sorgum non-BMR. Secara umum, sorgum BMR mengandung persentase NDF yang lebih rendah sekitar 7,4% dibandingkan sorgum konvensional [25].

Sorgum G8 sebagai tipe GMR menghasilkan kandungan NDF batang dan daun yang cenderung rendah dibandingkan tipe WMR (Numbu dan Pahat). Hal tersebut sesuai dengan penelitian Li, *dkk* [11] yang melaporkan bahwa GMR menghasilkan kadar NDF yang lebih rendah sekitar 4% dibandingkan tipe WMR. Karakteristik GMR adalah sesuai dengan karakteristik agronomi sorgum tipe *stay-green*. Sorgum *stay-green* adalah tipe sorgum yang memiliki keunggulan keterlambatan fase penuaan daun, sehingga warna hijau pada daun lebih bertahan lama [26]. Vietor *dkk*. [3] menjelaskan bahwa bagian batang dan daun sorgum *stay green* memiliki persentase NDF yang rendah dibandingkan dengan sorgum konvensional.

Tabel 1. Kandungan NDF (%) dan ADF (%) pada bagian batang, daun dan malai tanaman sorgum

Bagian tanaman	Fase generatif	Numbu	Varietas/galur mutan			Rerata
			Pahat	G5	G8	
NDF (%)						
Batang	<i>Flowering</i>	68,63±0,15 ^h	62,94±4,01 ^f	65,79±0,12 ^g	65,79±0,40 ^g	65,79±2,81 ^c
	<i>Soft dough</i>	59,55±0,29 ^e	56,95±0,28 ^d	50,89±0,44 ^b	59,74±0,46 ^e	56,78±3,64 ^b
	<i>Hard dough</i>	53,05±3,39 ^c	57,46±0,65 ^d	46,00±0,37 ^a	50,90±0,35 ^b	51,85±4,50 ^a
	Rerata	60,41±6,78 ^c	59,11±3,57 ^b	54,23±8,58 ^a	58,81±6,24 ^b	
Daun	<i>Flowering</i>	61,95±0,22 ^d	54,94±4,39 ^a	59,89±1,72 ^c	60,29±1,06 ^c	59,27±3,52 ^b
	<i>Soft dough</i>	56,80±0,53 ^b	62,34±0,34 ^d	60,47±0,36 ^c	57,47±0,56 ^b	59,27±2,32 ^b
	<i>Hard dough</i>	57,35±0,81 ^b	64,45±0,79 ^e	54,49±1,06 ^a	53,98±0,54 ^a	57,57±4,28 ^a
	Rerata	58,70±2,41 ^b	60,57±4,84 ^c	58,28±2,92 ^b	57,25±2,73 ^a	
Malai	<i>Flowering</i>	67,55±0,39 ^h	70,20±0,62 ⁱ	68,33±0,39 ^h	70,71±0,32 ⁱ	69,20±1,39 ^c
	<i>Soft dough</i>	44,34±1,26 ^e	34,69±0,87 ^b	51,51±0,64 ^f	40,12±1,29 ^d	42,67±6,31 ^b
	<i>Hard dough</i>	60,67±0,81 ^g	25,42±0,55 ^a	37,61±0,68 ^c	40,17±1,49 ^d	40,97±12,88 ^a
	Rerata	57,52±9,95 ^d	43,44±19,68 ^a	52,48±12,81 ^c	50,33±14,72 ^b	
ADF (%)						
Batang	<i>Flowering</i>	47,06±0,44 ⁱ	36,88±3,13 ^f	41,46±0,30 ^h	41,76±0,57 ^h	41,79±3,97 ^c
	<i>Soft dough</i>	39,37±0,46 ^g	33,12±0,68 ^{cd}	30,92±1,39 ^b	37,43±0,27 ^f	35,21±3,49 ^b
	<i>Hard dough</i>	35,25±2,86 ^e	34,17±0,64 ^{de}	27,26±0,38 ^a	32,11±0,57 ^{bc}	32,20±3,43 ^a
	Rerata	40,56±5,24 ^d	34,72±2,43 ^b	33,21±6,19 ^a	37,10±4,05 ^c	
Daun	<i>Flowering</i>	34,58±0,42 ^e	30,02±2,08 ^{abc}	30,84±1,42 ^{bc}	30,73±1,33 ^{bc}	31,54±2,27 ^b
	<i>Soft dough</i>	31,04±0,65 ^c	32,54±0,61 ^d	30,79±0,57 ^{bc}	29,19±0,71 ^a	30,89±1,35 ^a
	<i>Hard dough</i>	32,27±0,80 ^d	36,03±0,63 ^f	29,78±0,69 ^{ab}	30,28±0,88 ^{bc}	32,09±2,59 ^c
	Rerata	32,63±1,62 ^c	32,86±2,81 ^c	30,47±1,05 ^b	30,07±1,17 ^a	
Malai	<i>Flowering</i>	37,84±0,83 ^j	38,25±0,44 ^j	34,53±0,42 ^g	36,64±0,31 ⁱ	36,81±1,55 ^b
	<i>Soft dough</i>	22,61±0,72 ^d	25,14±0,51 ^f	23,86±0,60 ^e	17,91±1,32 ^b	22,38±2,89 ^a
	<i>Hard dough</i>	35,30±0,71 ^h	13,85±1,25 ^a	18,45±0,62 ^b	21,61±0,81 ^c	22,30±8,15 ^a
	Rerata	31,92±6,83 ^c	25,75±10,19 ^b	25,61±6,83 ^{ab}	25,39±8,29 ^a	

Keterangan: *neutral detergent fiber* (NDF), *acid detergent fiber* (ADF), superskrip yang berbeda pada baris atau kolom dalam parameter yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P<0.01$)

Varietas Pahat dalam penelitian ini memproduksi kandungan NDF yang tertinggi pada bagian batang dan daun pada fase *hard dough* ($P<0,01$). Hal tersebut diduga disebabkan oleh karakteristik sorgum Pahat sebagai sorgum pangan yang pendek. Pertiwi dkk [27] melaporkan bahwa varietas Pahat memiliki tinggi sekitar 138,78-143,55 cm dibandingkan varietas Numbu dengan tinggi 236,11-256,11 cm. Sorgum Pahat juga memiliki diameter batang yang cukup besar (± 25 mm). Diameter yang besar dan tipe pendek sebagai sorgum pangan dapat diasosiasikan memiliki kandungan lignin yang tinggi untuk menahan tegaknya tanaman, yang berpengaruh terhadap kandungan NDF. Namun perlu eksperimen lebih lanjut untuk membuktikan hal tersebut. Di sisi lain, kandungan NDF pada malai adalah yang terendah dibandingkan varietas/galur mutan yang lain. Hal tersebut karena sorgum Pahat adalah sorgum pangan yang memiliki proporsi malai dan biji yang tinggi [27] sehingga

kandungan *non fiber carbohydrate* (NFC) yang tinggi akan menurunkan proporsi NDF pada malai. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Sriagtula dkk [6] yang menyatakan bahwa sorgum non BMR cenderung menghasilkan kandungan NDF yang rendah pada bagian malai dibandingkan sorgum BMR.

Dalam penelitian ini, rerata kandungan NDF pada batang dan daun menurun seiring dengan meningkatnya fase generatif sorgum. Hal tersebut berkaitan dengan kebutuhan pembentukan NFC untuk biji. Pernyataan ini dibuktikan dalam pola penurunan kadar NDF pada malai. Penurunan NDF pada malai seiring meningkatnya fase generatif dapat disebabkan oleh meningkatnya fraksi NFC seperti pati pada biji. Sriagtula dkk [6] melaporkan bahwa rendahnya kadar serat pada bagian malai seiring meningkatnya fase generatif tanaman disebabkan oleh peningkatan kandungan pati pada biji. Penurunan kandungan NDF pada tanaman sorgum pada fase *flowering* sampai

dough dapat disebabkan oleh kebutuhan tanaman dalam memproduksi biji [11].

Kandungan ADF merepresentasikan fraksi serat yang sulit didegradasi [5]. Fraksi ADF adalah fraksi dinding sel tanpa adanya komponen hemiselulosa. Jayanegara *dkk* [4] melaporkan bahwa fraksi ADF mengandung ikatan lignoselulosa sehingga berpengaruh terhadap nilai pencernaan suatu bahan pakan. Dinamika perubahan kandungan ADF dalam penelitian ini memiliki pola yang sama dengan NDF. Rerata kandungan ADF pada batang G5 lebih rendah dibandingkan sorgum Numbu ($P < 0,05$). Kandungan lignin yang rendah pada tipe BMR juga akan berpengaruh pada kandungan ADF yang rendah, karena ADF adalah fraksi serat yang didalamnya mengandung komponen selulosa dan lignin. Sebagaimana disebutkan oleh Godin *dkk* [25], bahwa sorgum BMR mengandung lignin yang rendah sehingga menghasilkan kadar ADF yang lebih rendah dibandingkan sorgum konvensional [25]. Batang dan daun sorgum BMR memiliki persentase ADF yang lebih rendah 20,46% dan 8,15% dibandingkan dengan sorgum non-BMR [19]. Scully *dkk* [28] juga menyatakan bahwa sorgum tipe BMR-6 mengandung persentase ADF yang lebih rendah dibandingkan sorgum *wild type*/konvensional. Hal tersebut disebabkan oleh adanya mutasi genetik yang mempengaruhi metabolisme dinding sel tanaman.

Kandungan ADF pada sorgum G8 sebagai tipe GMR/*stay-green* lebih rendah dibandingkan varietas Numbu (tipe WMR). Hal tersebut sesuai dengan penelitian Vietor *dkk* [3] yang menyatakan bahwa batang dan daun sorgum *stay-green* mengandung ADF yang lebih rendah dibandingkan sorgum konvensional. Rerata kandungan ADF pada sorgum tipe GMR lebih rendah 6,3% dibandingkan tipe WMR [11]. Sugg *dkk* [26] juga melaporkan bahwa sorgum *stay-*

green menghasilkan 2,6% ADF yang lebih rendah dibandingkan sorgum tipe konvensional.

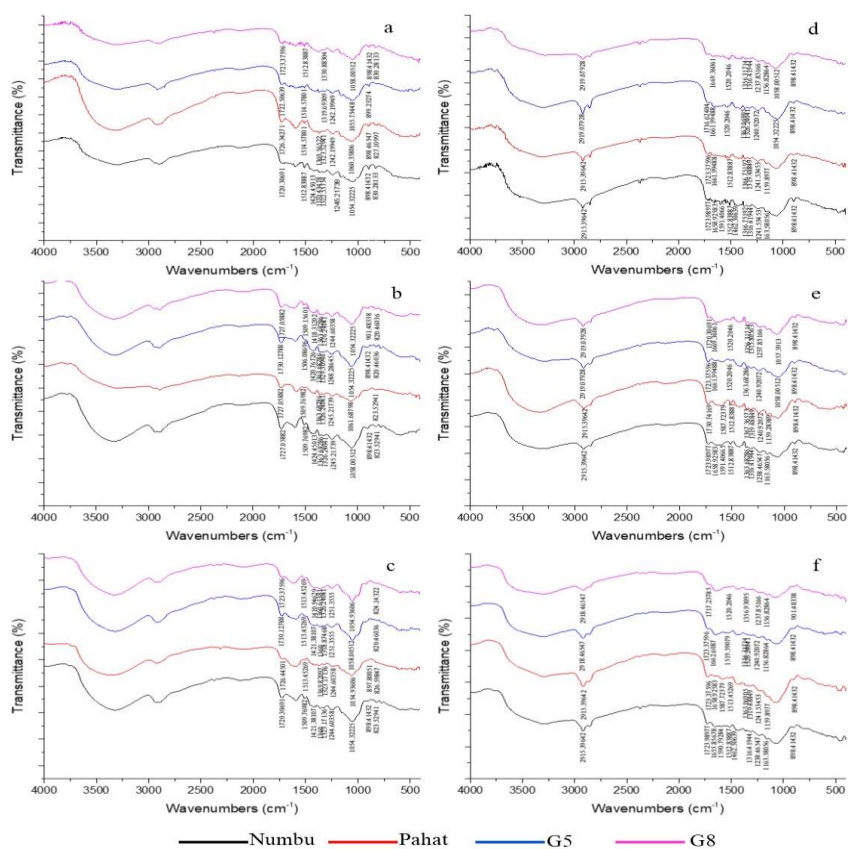
Pola penurunan kandungan ADF pada batang dan malai sorgum sama seperti pola pada parameter NDF. Kandungan ADF cenderung menurun pada fase kematangan biji *soft dough* dan *hard dough*. Vietor *dkk* [3] menjelaskan bahwa fraksi NFC pada batang dan malai akan semakin meningkat seiring dengan kematangan biji. Hal tersebut berpengaruh pada penurunan kandungan fraksi ADF. Li *dkk* [11] menyatakan bahwa fraksi ADF pada tanaman sorgum akan menurun setelah fase *flowering*. Akumulasi karbohidrat non struktural pada fase pematangan biji berakibat pada penurunan fraksi ADF [19]. Hasil yang kontradiktif dilaporkan oleh Puteri *dkk* [7], dimana fraksi serat akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya umur panen. Perbedaan hasil tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan penentuan umur panen, dimana umur panen dalam penelitian sebelumnya adalah 85, 95 dan 105 HST. Pada umur panen 85-105 hst kemungkinan belum merepresentasikan fase kematangan yang berbeda.

Karakteristik serat berdasarkan pengukuran FTIR

Dinding sel adalah ikatan kompleks supermakromolekuler dari fraksi hemiselulosa, selulosa dan lignin. Komposisi dari ketiganya bervariasi tergantung sumber biomassa yang diamati [29]. Dari pernyataan tersebut, pengukuran fraksi serat NDF dan ADF perlu didukung dengan metode lain untuk menginvestigasi gugus fungsi penyusun dinding sel tanaman. Metode FTIR merupakan metode yang efektif untuk menginvestigasi perbedaan struktur kimia pada komponen yang mengandung lignin maupun karbohidrat struktural lain [15].

Tabel 2. Daerah serapan FTIR pada tanaman sorgum

Gugus fungsi	Polimer	Bilangan gelombang (cm ⁻¹)				Referensi
		Numbu	Pahat	G5	G8	
Batang						
<i>C-H wag</i>	-	823,60 - 831,32	825,53	821,68	825,53 - 829,39	[29]
	-	898,83	898,83	898,83	898,41	[29]
<i>C-O, and C=C, and C-C-O stretching</i>	Selulosa, hemiselulosa, lignin	1055,06 - 1056,99	1058,92 - 1060,85	1053,13 - 1058,92	1055,06 - 1058,00	[30]
<i>C-C and C-O stretch in guaicyl</i>	Guaicyl lignin	1244,60 - 1246,02	1242,16 - 1244,09	1244,09 - 1251,35	1241,53 - 1251,35	[29]
<i>C-H vibration, O-H in-plane bending</i>	Selulosa, hemiselulosa, lignin	1323,17 - 1325,10	1323,17	1319,31 - 1327,03	1325,1	[30]
<i>C-H bending</i>	Selulosa, hemiselulosa, lignin	1361,74 - 1371,39	1371,39	1359,52 - 1369,46	1359,82 - 1373,25	[30]
<i>O-H in-plane bending</i>	Selulosa, hemiselulosa, lignin	1421,54 - 1424,45	-	1417,68 - 1421	1409,96 - 1419,61	[30]
<i>Aromatic ring vibration</i>	Lignin	1508,33 - 1512,19	1512,19 - 1514,12	1506,41 - 1512,19	1512,19 - 1514,12	[30]
<i>Ketone/aldehyde C=O stretch</i>	Hemiselulosa	1720,5	1726,29 - 1728,22	1722,43 - 1730,28	1722,43	[29]
Daun						
<i>C-H wag</i>	-	898,83	898,41	898,83 - 900,76	898,41	[29]
<i>C-O-C asymmetrical stretching</i>	Selulosa, hemiselulosa	1163,08	1159,22	1157,29	1156,21 - 1159,22	[30]
<i>C-C and C-O stretch in guaicyl</i>	Guaicyl lignin	1238,3 - 1240,23	1240,23	1240,23	1237,85	[29]
<i>CH₂ wagging</i>	Selulosa, hemiselulosa	1316,41 - 1317,38	1319,31 - 1323,17	1326,24	1316,41	[30]
<i>C-H deformation</i>	Lignin	1462,04	-	-	-	[30]
<i>Aromatic ring vibration</i>	Lignin	1512,19	1512,19	1520,20	1520,20	[30]
<i>Aromatic ring vibration + C=O stretch</i>	Lignin	1590,79	1587,72	-	-	[31]
<i>C=O stretching (unconjugated)</i>	Lignin	1653 - 1658,78	1658,92 - 1662,64	1662,61	1669,36	[30]
<i>Free esters and acids C=O stretch</i>	Hemiselulosa	1722,43 - 1728,22	1722,43 - 1730,15	1716,65 - 1726,29	1714,72 - 1728,22	[29]
<i>C-H bending</i>	Selulosa, hemiselulosa, lignin	1363,68 - 1365,6	1365,6 - 1367,53	1355,96 - 1363,67	1356,32 - 1365,6	[30]
<i>C-H stretch</i>	-	2915,39 - 2918,3	2915,39 - 2918,3	2918,3 - 2919,07	2918,46 - 2920,23	[29]
<i>O-H stretch</i>	-		3331,07			[29]



Gambar 3. Hasil pengukuran FTIR pada batang sorgum fase *flowering* (a), *soft dough* (b) dan *hard dough* (c) serta daun sorgum fase *flowering* (d), *soft dough* (e) dan *hard dough* (f)

Hasil pengukuran menggunakan FTIR pada batang dan daun tanaman sorgum yang dipanen pada fase generatif yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 3. Bilangan gelombang yang telah diperoleh dapat dilihat pada Tabel 2. Belum banyak informasi tentang studi penggunaan instrumen FTIR untuk menginvestigasi perbedaan struktur kimia dari berbagai varietas/galur tanaman. Aplikasi FTIR lebih banyak diterapkan pada investigasi perubahan struktur kimia akibat perlakuan atau *pre treatment* pada tanaman. Seperti yang dilakukan oleh Dewi *dkk* [15] dan Sills & Gossett [31]. Gambar 3a, 3b dan 3c menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pola transmisi bilangan gelombang antara keempat batang sorgum yang berbeda varietas/galur mutan. Pada galur mutan G5 fase *flowering*, tidak ditemukan transmisi pada panjang gelombang 831,32 cm^{-1} (Gambar 3a). panjang gelombang tersebut adalah indikasi adanya gugus fungsi *C-H wag* [29]. Hal tersebut dapat berpengaruh pada rendahnya kandungan NDF dan ADF pada batang

sorgum G5 (Tabel 1). Pada fase *flowering*, transmisi panjang gelombang 1424,45 cm^{-1} hanya ditemukan pada varietas Numbu. Panjang gelombang 1424,45 cm^{-1} adalah indikasi gugus fungsi *O-H in-plane bending* yang merupakan atribut komponen selulosa, hemiselulosa dan lignin (NDF) [30]. Hal tersebut berpengaruh pada tingginya fraksi NDF pada varietas Numbu fase *flowering*. Sebaliknya, tidak ditemukan transmisi panjang gelombang 1423 cm^{-1} pada varietas Pahat fase *soft dough* (Gambar 3b). Hal tersebut mengindikasikan kandungan NDF yang lebih rendah dari Numbu (Tabel 1).

Panjang gelombang 1720 cm^{-1} adalah transmisi yang menunjukkan gugus fungsi *Ketone/aldehyde C=O stretch* atau hemiselulosa [29,31]. Pada batang G5 fase *hard dough*, gugus fungsi *Ketone/aldehyde C=O stretch* muncul pada bilangan gelombang 1730,28 cm^{-1} . Dewi *dkk* [15] melaporkan bahwa kenaikan transmisi menunjukkan adanya reduksi atau pemutusan pada ikatan gugus fungsi suatu polimer. Hal tersebut

dapat terlihat pada rendahnya kadar ADF pada batang G5 fase *hard dough* (Tabel 1). Fraksi ADF adalah pengurangan antara fraksi NDF dengan komponen hemiselulosa [18]. Kenaikan pembacaan transimi juga terlihat pada gugus fungsi *C-C and C-O stretch in guaiacyl (guaiacyl lignin)*. Gugus fungsi tersebut terdapat pada bilangan gelombang 1244,60 - 1246,02 cm^{-1} (Tabel 2) pada varietas Numbu. Pada galur mutan G5 dan G8 fase *hard dough*, pembacaan transimi berubah pada bilangan gelombang 1251,35 cm^{-1} . Hal tersebut merepresentasikan rendahnya kandungan NDF dan ADF pada G5 dan G8 fase *hard dough* yang dapat dilihat pada Tabel 1. Rendahnya kandungan lignin pada sorgum G5 (BMR) adalah akibat penurunan pengaruh aktivitas dua enzim yang berhubungan dengan sintesis lignin. Kedua enzim tersebut adalah *cinnamyl alcohol dehydrogenase* (CAD) pada mutan *bmr-6* dan *caffeic acid O-methyltransferase* (COMT) pada *bmr-12* [11].

Pola transmisi bilangan gelombang pada daun sorgum dapat dilihat pada Gambar 3d, 3e dan 3f. Terdapat perubahan transmisi pada bilangan gelombang yang mengimplikasikan gugus fungsi *Aromatic ring vibration* dan *C=O stretching (unconjugated)* (Gambar 3d). kedua bilangan gelombang tersebut berasosiasi dengan polimer lignin [30]. Pada galur mutan G5 dan G8 fase *flowering*, terdapat pergeseran transmisi gugus fungsi *Aromatic ring vibration* dan *C=O stretching (unconjugated)* (Tabel 2). Hal tersebut dapat mengindikasikan adanya perbedaan kandungan lignin [14], yang berasosiasi didalam kandungan ADF yang rendah. Pernyataan ini merupakan representasi dari kandungan ADF daun G5 dan G8 pada fase *flowering* (Tabel 1). Sampel daun sorgum Numbu fase *flowering* menunjukkan transmisi bilangan gelombang 1462,04 cm^{-1} yang berasosiasi dengan gugus fungsi *C-H deformation*. Gugus fungsi ini merepresentasikan polimer lignin [14,30,31]. Hal ini mengindikasikan bahwa daun sorgum Numbu fase *flowering* mengandung lignin yang lebih tinggi dibandingkan varietas/galur mutan lain. Pernyataan ini merupakan representasi dari kandungan NDF dan ADF yang tinggi pada daun sorgum Numbu fase *flowering* (Tabel 1).

Kandungan NDF dan ADF daun sorgum Numbu pada fase *soft dough* menurun dibandingkan dengan fase *flowering* (Tabel 1). Hal tersebut dapat dilihat pada hasil pengujian FTIR, dimana transmisi bilangan gelombang

1462,04 cm^{-1} yang berasosiasi dengan gugus fungsi *C-H deformation* (lignin) sudah tidak terdeteksi (Gambar 3e). Transmisi bilangan gelombang pada sampel daun sorgum G8 fase *hard dough* juga tidak terdeteksi pada gugus fungsi *free esters and acids C=O stretch* (Gambar 3f, Tabel 2). Gugus fungsi ini berasosiasi dengan polimer hemiselulosa [29]. Hal tersebut direpresentasikan oleh kandungan NDF daun G8 yang rendah pada fase *hard dough* (Tabel 1). Transmisi pada bilangan gelombang *C=O stretching (unconjugated)* (1668,43 cm^{-1}) dan *CH₂ wagging* (1317,38 cm^{-1}) juga tidak muncul pada sampel daun G8 fase *hard dough* (Gambar 3f). Kedua gugus fungsi tersebut berturut turut mengindikasikan polimer lignin dan selulosa-hemiselulosa [14,30]. Hal tersebut direpresentasikan oleh kandungan ADF daun G8 yang rendah pada fase *hard dough* karena rendahnya kadar lignin dan selulosa. Hal yang menarik adalah adanya kemunculan transmisi bilangan gelombang 1590,79 dan 1587,72 cm^{-1} berturut-turut pada varietas Numbu dan Pahat (Gambar 3f). Kedua bilangan gelombang ini mengindikasikan gugus fungsi *Aromatic ring vibration + C=O stretch* atau polimer lignin [31]. Hal tersebut berasosiasi dengan tingginya fraksi ADF pada daun sorgum Numbu dan Pahat fase *hard dough* (Tabel 1).

Estimasi *Relative Feed Value* (RFV) tanaman sorgum

Hasil estimasi nilai DMD, DMI dan RFV pada masing-masing bagian tanaman sorgum dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan RFV yang dipengaruhi oleh perbedaan varietas/galur mutan, fase generatif dan bagian tanaman ($P < 0,01$). Terdapat interaksi yang nyata antara perbedaan varietas/galur mutan dengan fase generatif tanaman sorgum. Berdasar nilai rerata, batang sorgum G5 memiliki nilai DMD, DMI dan RFV tertinggi dibandingkan varietas/galur lain ($P < 0,01$). Nilai tertinggi diproduksi oleh batang sorgum G5 pada fase *hard dough* ($P < 0,01$). Nilai rerata DMD, DMI dan RFV tertinggi pada bagian daun diproduksi oleh sorgum G8 fase *hard dough* atau *soft dough* ($P < 0,01$). Sorgum Pahat menghasilkan malai dengan nilai rerata DMI dan RFV tertinggi dan dicapai pada fase *hard dough* ($P < 0,01$). Nilai DMI dan RFV akan meningkat seiring dengan peningkatan fase generatif tanaman ($P < 0,01$). Terdapat interaksi antara fase generatif

dan perbedaan varietas/galur mutan yang mempengaruhi estimasi nilai DMD, DMI dan RFV pada setiap bagian tanaman ($P < 0,01$).

Nilai DMI dan DMD diperlukan sebagai indikator untuk kualitas hijauan pakan [32]. Nilai DMI, DMD dan RFV adalah representasi dari kandungan fraksi serat pada setiap bagian tanaman sorgum. Semakin rendah kandungan NDF dan ADF akan meningkatkan nilai RFV. Dengan kata lain, rendahnya kandungan NDF dan ADF akan meningkatkan kualitas hijauan pakan [21]. Nilai rerata DMD bagian batang dan daun sorgum G5 dan G8 lebih tinggi dibandingkan sorgum tipe WMR (Numbu dan Pahat). Hal tersebut karena kandungan ADF yang rendah pada kedua galur mutan tersebut. Kandungan ADF yang lebih rendah akan meningkatkan pencernaan suatu bahan pakan [4]. Pakan dengan kandungan serat yang rendah akan lebih mudah dicerna dan memerlukan

waktu yang singkat per unit bobot pakan [33]. Rerata DMD malai G5 dan G8 juga lebih tinggi dibandingkan Numbu, namun tidak berbeda nyata dengan Pahat. Nilai DMD yang tinggi ini terutama diperoleh pada fase *soft dough* dan *hard dough*. Pada kedua fase tersebut kandungan ADF semakin rendah karena meningkatnya fraksi NFC atau karbohidrat non struktural. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Li *dkk* [11] dan Sriagtula [19]. Sejauh ini, belum banyak informasi yang menyebutkan nilai DMD untuk masing-masing bagian tanaman sorgum. Dalam beberapa penelitian sebelumnya, nilai DMD diperoleh dari keseluruhan bagian tanaman atau tebon sorgum (batang+daun). Puteri *dkk* [7] melaporkan bahwa nilai DMD sorgum BMR pada umur panen 105 hari adalah 50,97-57,49 %. Nilai DMD pada sorgum BMR fase *hard dough* sekitar 63,45-65,88 %.

Tabel 3. Estimasi nilai DMD (%), DMI (% berat badan) dan RFV pada bagian batang, daun dan malai tanaman sorgum

Bagian tanaman	Fase generatif	Varietas/galur mutan				Rerata
		Numbu	Pahat	G5	G8	
DMD (%)						
Batang	<i>Flowering</i>	52,24±0,34 ^a	60,17±2,44 ^d	56,60±0,23 ^b	56,37±0,44 ^b	56,35±3,09 ^a
	<i>Soft dough</i>	58,23±0,36 ^c	63,10±0,53 ^{gh}	64,81±1,08 ⁱ	59,74±0,21 ^{de}	61,47±2,72 ^b
	<i>Hard dough</i>	61,44±2,23 ^{ef}	62,28±0,50 ^{fg}	67,67±0,30 ^j	63,89±0,44 ^{hi}	63,82±2,67 ^c
	Rerata	57,30±4,08 ^a	61,85±1,89 ^c	63,03±4,82 ^d	60,00±3,15 ^b	
Daun	<i>Flowering</i>	61,96±0,33 ^b	65,51±1,62 ^{ef}	64,88±1,10 ^e	64,96±1,03 ^e	64,33±1,77 ^b
	<i>Soft dough</i>	64,72±0,51 ^{de}	63,55±0,48 ^c	64,91±0,44 ^e	66,16±0,55 ^f	64,84±1,05 ^c
	<i>Hard dough</i>	63,76±0,62 ^{cd}	60,83±0,49 ^a	65,70±0,54 ^{ef}	65,31±0,69 ^{ef}	63,90±2,02 ^a
	Rerata	63,48±1,26 ^a	63,30±2,19 ^a	65,16±0,82 ^b	65,48±0,91 ^b	
Malai	<i>Flowering</i>	59,42±0,65 ^a	59,10±0,34 ^a	62,00±0,32 ^c	60,36±0,24 ^b	60,22±1,21 ^a
	<i>Soft dough</i>	71,29±0,56 ^f	69,31±0,39 ^d	70,31±0,47 ^e	74,95±1,03 ^h	71,47±2,25 ^b
	<i>Hard dough</i>	61,40±0,34 ^c	78,11±0,98 ⁱ	74,53±0,48 ^h	72,06±0,63 ^g	71,53±6,35 ^b
	Rerata	64,04±5,31 ^a	68,84±7,94 ^b	68,95±5,32 ^b	69,12±6,46 ^b	
DMI (% berat badan)						
Batang	<i>Flowering</i>	1,75±0,01 ^a	1,91±0,12 ^c	1,82±0,01 ^b	1,82±0,01 ^b	1,83±0,08 ^a
	<i>Soft dough</i>	2,02±0,01 ^d	2,11±0,01 ^e	2,36±0,02 ^g	2,01±0,02 ^d	2,12±0,14 ^b
	<i>Hard dough</i>	2,27±0,15 ^f	2,09±0,02 ^e	2,61±0,02 ^h	2,36±0,02 ^g	2,33±0,20 ^c
	Rerata	2,01±0,23 ^a	2,04±0,11 ^{ab}	2,26±0,33 ^c	2,06±0,23 ^b	
Daun	<i>Flowering</i>	1,94±0,01 ^{abc}	2,20±0,18 ^e	2,01±0,06 ^c	1,99±0,04 ^{bc}	2,03±0,14 ^a
	<i>Soft dough</i>	2,11±0,02 ^d	1,93±0,01 ^{ab}	1,98±0,01 ^{bc}	2,09±0,02 ^d	2,03±0,08 ^a
	<i>Hard dough</i>	2,09±0,03 ^d	1,86±0,02 ^a	2,20±0,01 ^e	2,22±0,02 ^e	2,10±0,15 ^b
	Rerata	2,05±0,08 ^b	1,99±0,18 ^a	2,06±0,10 ^b	2,10±0,10 ^c	
Malai	<i>Flowering</i>	1,78±0,01 ^a	1,71±0,02 ^a	1,76±0,01 ^a	1,70±0,01 ^a	1,73±0,03 ^a
	<i>Soft dough</i>	2,71±0,08 ^d	3,46±0,09 ^g	2,33±0,03 ^c	2,99±0,10 ^e	2,87±0,42 ^b
	<i>Hard dough</i>	1,98±0,03 ^b	4,72±0,10 ^h	3,19±0,06 ^f	2,99±0,11 ^e	3,22±0,99 ^c
	Rerata	2,15±0,41 ^a	3,30±1,26 ^d	2,43±0,60 ^b	2,56±0,63 ^c	
RFV						
Batang	<i>Flowering</i>	70,81±0,57 ^a	89,32±7,54 ^c	80,03±0,37 ^b	79,71±0,79 ^b	79,97±7,57 ^a
	<i>Soft dough</i>	90,96±0,85 ^c	103,08±1,12 ^d	118,48±2,38 ^f	93,04±0,85 ^c	101,39±11,12 ^b
	<i>Hard dough</i>	108,32±10,77 ^e	100,85±1,51 ^d	136,86±1,41 ^g	116,78±1,41 ^f	115,70±14,63 ^c
	Rerata	90,03±16,74 ^a	97,75±7,51 ^b	111,79±24,18 ^c	96,51±15,65 ^b	
Daun	<i>Flowering</i>	93,05±0,54 ^b	111,63±10,09 ^e	100,86±3,76 ^c	100,26±2,86 ^c	101,45±8,58 ^a

	<i>Soft dough</i>	106,00±0,97 ^d	94,84±0,89 ^b	99,87±0,66 ^c	107,10±1,78 ^d	101,95±5,13 ^a
	<i>Hard dough</i>	103,45±1,91 ^{cd}	87,81±1,62 ^a	112,16±1,21 ^e	112,56±1,95 ^e	104,00±10,30 ^b
Malai	Rerata	100,83±5,84 ^b	98,09±11,66 ^a	104,30±6,10 ^c	106,64±5,57 ^d	
	<i>Flowering</i>	81,84±1,22 ^{ab}	78,32±0,76 ^a	84,41±0,71 ^b	79,42±0,59 ^{ab}	81,00±2,52 ^a
	<i>Soft dough</i>	149,65±4,69 ^e	185,96±4,79 ^h	127,01±1,72 ^d	174,00±7,79 ^g	159,16±23,56 ^b
	<i>Hard dough</i>	94,16±1,62 ^c	285,98±6,79 ⁱ	184,41±3,74 ^h	167,14±7,57 ^f	182,92±69,64 ^c
	Rerata	108,55±30,19 ^a	183,42±86,54 ^d	131,94±41,82 ^b	140,19±44,29 ^c	

Keterangan: *dry matter digestibility* (DMD), *dry matter intake* (DMI), *relative feed value* (RFV), ^{a,b,c,d} = superskrip yang berbeda pada baris atau kolom dalam parameter yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata (P<0.01)

Malai sorgum Pahat, G5 dan G8 menghasilkan kelas RFV prime karena berada angka > 151. Rerata nilai RFV malai sorgum pada fase *soft dough* dan *hard dough* adalah yang tertinggi. Hal tersebut karena kandungan NDF dan ADF yang rendah pada fase tersebut (Tabel 1). Rendahnya kandungan fraksi serat didalamnya berasosiasi dengan kandungan karbohidrat non struktural yang mudah dicerna. RFV tertinggi yang dihasilkan oleh sorgum G5 berasosiasi dengan rendahnya kandungan NDF dan ADF pada batang sorgum tipe BMR. Rendahnya kandungan lignin akibat mutasi gen pada sorgum BMR akan meningkatkan konversi energi dan nilai nutrisinya [25,28]. Pada bagian daun, rerata RFV tertinggi dihasilkan oleh G8 sebagai sorgum *stay-green*. Nilai RFV diasosiasikan dengan kandungan NDF dan ADF yang rendah pada bagian daun sorgum *stay-green*. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Vietor dkk [3] dan Sugg dkk [26] yang melaporkan bahwa daun sorgum *stay-green* memiliki nilai nutrisi dan pencernaan yang lebih tinggi dibandingkan sorgum konvensional. Nilai RFV semakin meningkat seiring meningkatnya fase generatif. Fase *hard dough* menghasilkan nilai RFV tertinggi pada setiap varietas/galur mutan sorgum. Hal tersebut dipengaruhi oleh penurunan fraksi NDF dan ADF seiring peningkatan umur panen (Tabel 1). Penurunan fraksi serat dari fase *flowering* menuju *dough* akan meningkatkan nilai pencernaan dan kualitas hijauan [6,11,24]. Hal yang perlu diperhatikan adalah, estimasi DMD dan DMI ini dihitung pada masing-masing bagian tanaman, sehingga perlu pertimbangan perhitungan berdasarkan persentase proporsi pemberiannya dalam ransum pakan.

KESIMPULAN

Kandungan NDF dan ADF terendah pada batang sorgum dihasilkan oleh sorgum G5. Pada bagian malai, varietas pahat menghasilkan NDF dan ADF yang rendah sehingga nilai menghasilkan RFV yang tinggi. Hasil estimasi DMD, DMI dan RFV menunjukkan bahwa sorgum G5 memiliki tingkat pencernaan yang tertinggi pada bagian batang, sedangkan G8 menghasilkan nilai tertinggi pada bagian daun. Umur panen yang terbaik adalah pada fase generatif *hard dough*. Selain itu, FTIR dapat digunakan untuk menggambarkan profil serat sorgum secara kualitatif karena hasilnya berasosiasi dengan kadar NDF dan ADF hasil pengukuran secara konvensional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada saudara Dian Pribadi Perkasa, M.Biotech, Shintia Nugrahini Wahyu Hardani, A.Md, Sihono, SP dan Bapak Dedi Ansori atas bantuan teknis selama penelitian. Penelitian ini merupakan bagian dari riset yang didanai oleh Daftar Rincian Pemakaian Anggaran (DIPA) PAIR BATAN serta Beasiswa Pascasarjana SDM IPTEK Kementerian Riset Teknologi dan Perguruan Tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Getachew, D.H. Putnam, C.M.D. Ben, dkk., "Potential of Sorghum as an Alternative to Corn Forage," *Am. J. Plant Sci.*, vol. 7, pp. 1106-1121, 2016.
- [2] Z. Su-Jiang, A.S. Chaudhry, D. Ramdani, dkk., "Chemical Composition and In Vitro Fermentation Characteristics of High Sugar Forage Sorghum as an Alternative to Forage

- Maize for Silage Making in Tarim Basin, China," *J. Integr. Agric.*, vol. 15, no. 1, pp. 175-182, 2016.
- [3] D.M. Vietor, G.A. Rhodes, W. L. Rooney, "Field Crops Research Relationship of Phenotypic Variation in Sorghum to Nutritive Value of Crop Residues," *Field Crop. Res.*, vol. 118, pp. 243-250, 2010.
- [4] A. Jayanegara, A. Sofyan, H.P.S. Makkar, dkk., "Kinetika Produksi Gas, Kecernaan Bahan Organik dan Produksi Gas Metana *In Vitro* pada Hay dan Jerami yang Disuplementasi Hijauan Mengandung Tanin," *Med. Pet.*, vol. 32, no. 2, pp. 120-129, 2009.
- [5] M. Kondo, M. Yoshida, M. Loresco, dkk., "Nutrient Contents and *In vitro* Ruminant Fermentation of Tropical Grasses Harvested in Wet Season in the Philippines," *Adv. Anim. Vet. Sci.*, vol. 3, no. 12, 694-699, , 2015.
- [6] R. Sriagtula, P.D.M.H. Karti, L. Abdullah, dkk., "Nutrient Changes and *In Vitro* Digestibility in Generative Stage of M10-BMR Sorghum Mutant Lines," *Med. Pet.*, vol. 40, no. 2, pp. 111-117, 2017.
- [7] R.E. Puteri, P.D.M.H. Karti, L. Abdullah, dkk., "Productivity and Nutrient Quality of Some Sorghum Mutant Lines at Different Cutting Ages," *Med. Pet.*, vol. 38, no. 2, pp. 132-137, 2015.
- [8] Sihono, W.M. Indratama, S. Human, "Perbaikan Kualitas Sorgum Manis Melalui Teknik Mutasi untuk Bioetanol," *Prosiding Pekan Serealia Nasional*, 2010.
- [9] T. Wahyono, "Evaluasi Fermentabilitas Ransum Kerbau Yang Mengandung Sorgum dengan Pendekatan *In Sacco*, *In Vitro* dan RUSITEC," *Penelitian Tesis*. Institut Pertanian Bogor (Thesis), 2015.
- [10] S. Human, "Laporan Hasil Penelitian dan Pengembangan Kekayaan Intelektual dan Hasil Pengelolaannya, Pemuliaan Sorgum untuk Mendukung Upaya Peningkatan Produktivitas Lahan Marginal, Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi BATAN, Jakarta", 2010.
- [11] Y. Li, M. Peisheng, Z. Wenxu, dkk., "Field Crops Research Dynamic Expression of The Nutritive Values in Forage Sorghum Populations Associated with White, Green and Brown Midrib Genotypes," *Field Crop. Res.*, vol. 184, no. 1966, pp. 112-122, 2015.
- [12] M.T. Harper, J. Oh, F. Giallongo, dkk., "Using Brown Midrib 6 Dwarf Forage Sorghum Silage and Fall-Grown Oat Silage in Lactating Dairy Cow Rations," *J. Dairy Sci.* vol. 100, pp. 1-16, 2017.
- [13] U. Basaran, M.C. Dogrusoz, E. Gulumser, dkk., "Hay Yield and Quality of Intercropped Sorghum-Sudan Grass Hybrid and Legumes with Different Seed Ratio," *Turkish J. F. Crop*, vol. 22, no. 1, pp. 47-53, 2017.
- [14] Y. Liu, T. Hu, Z. Wu, dkk., "Study on Biodegradation Process of Lignin by FTIR and DSC," *Environ. Sci. Pollut. Res.*, vol. 21, no. 24, pp. 14004-14013, 2014.
- [15] S.P. Dewi, M. Ridla, E.B. Laconi, dkk., "Increasing the Quality of Agricultural and Plantation Residues using Combination of Fiber Cracking Technology and Urea for Ruminant Feeds," *Trop. Anim. Sci. Journal*, vol. 41, no. 2, pp. 137-146, 2018.
- [16] C. Brown, A.P. Martin, C.P.L. Grof, "The Application of Fourier Transform Mid-Infrared (FTIR) Spectroscopy to Identify Variation in Cell Wall Composition of *Setaria Italica* Ecotypes," *J. Integr. Agric.*, vol. 16, no. 6, pp. 1256-1267, 2017.
- [17] Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Analisis Iklim. <https://www.bmkg.go.id/iklim/informasi-hujan-bulanan.bmkg>. diakses 21 September 2018.
- [18] P.J. Van Soest, J.B. Robertson, B.A. Lewis, "Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition", *J. Dairy Sci.*, vol. 74, pp. 3583-3597, 1991.
- [19] R. Sriagtula, "Evaluasi Produksi, Nilai Nutrisi dan Karakteristik Serat Galur Sorgum

- Mutan Brown Midrib sebagai Bahan Pakan Ruminansia", Institut Pertanian Bogor (Disertasi), 2016.
- [20] D.A. Rohweder, R.F. Barnes, N. Jorgensen, "Proposed Hay Grading Standards Based on Laboratory Analyses for Evaluating Quality", *J. Anim. Sci.*, vol. 47, no. 3, pp. 747-759, 1978.
- [21] U. Kilic, E. Gulecyuz, "Effects of Some Additives on *In Vitro* True Digestibility of Wheat and Soybean Straw Pellets", *Open Life Sci.*, vol. 12, pp. 206-213, 2017.
- [22] R.G.D. Steel, J.H. Torrie, "*Principles and procedures of statistics*", New York: Mc Graw, 1960.
- [23] B.W. Bean, R.L. Baumhardt, F.T. Mccollum III, dkk., "Comparison of Sorghum Classes For Grain and Forage Yield and Forage Nutritive Value", *Field Crop. Res.*, vol. 142, pp. 20-26, 2013.
- [24] M.A. Marsalis, S.V. Angadi, F.E. Contreras-Govea, "Field Crops Research Dry Matter Yield and Nutritive Value of Corn, Forage Sorghum and BMR Forage Sorghum at Different Plant Populations and Nitrogen Rates", *Field Crop. Res.*, vol. 116, pp. 52-57, 2010.
- [25] B. Godin, N. Nagle, S. Sattler, dkk. "Biotechnology for Biofuels Improved Sugar Yields from Biomass Sorghum Feedstocks: Comparing Low Lignin Mutants and Pretreatment Chemistries," *Biotechnol. Biofuels*, vol. 9, no. 251, pp. 1-11, 2016.
- [26] J.D. Sugg, P.B. Campanili, J.O. Sarturi, dkk., "Case Study: Yield and Quality of Traditional Senescent and Stay-Green Sorghum and In Situ Ruminant Disappearance of Respective Crop Residues", *Prof. Anim. Sci.*, vol. 33, pp. 748-755, 2017.
- [27] R.A. Pertiwi, E. Zuhry, Nurbaiti, "Pertumbuhan dan Produksi Berbagai Varietas Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) dengan Pemberian Pupuk Urea", *Jom Fak. Pertan.*, vol. 1, no. 2, pp. 1-10, 2014.
- [28] E.D. Scully, T. Gries, D. L. Funnell-Harris, dkk., "Characterization of Novel Brown Midrib 6 Mutations Affecting Lignin Biosynthesis in Sorghum", *J. Integr. Plant Biol.*, vol. 58, no. 2, pp. 136-149, 2016.
- [29] A.O. Alogun, O.A. Lasode, H. Li, dkk., "Fourier Transform Infrared (FTIR) Study and Thermal Decomposition Kinetics of *Sorghum bicolor* Glume and *Albizia Pedicellaris* Residues," *Waste Biomass Valor.*, vol. 6, pp. 109-116, 2015.
- [30] F. Xu, J. Yu, T. Tesso, dkk., "Qualitative and Quantitative Analysis of Lignocellulosic Biomass Using Infrared Techniques: A Mini-Review", *Appl. Energy*, vol. 104, pp. 801-809, 2013.
- [31] Sills, D.L., J.M. Gossett, "Using FTIR to Predict Saccharification From Enzymatic Hydrolysis of Alkali-Pretreated Biomasses", *Biotechnol Bioeng*, vol. 109, no. 2, pp. 353-362, 2012.
- [32] M.R. Jahansou, R.K. Afshar, H. Heidari, dkk., "Evaluation of Yield and Quality of Sorghum and Millet as Alternative Forage Crops to Corn under Normal and Deficit Irrigation Regimes," *Jordan J. Agric. Sci.*, vol. 10, no. 4, pp. 699-714, 2014.
- [33] A.N. Kisworo, A. Agus, Kustantinah, dkk., "Physicochemical Characteristics, *In Vitro* Fermentation Indicators, Gas Production Kinetics, and Degradability of Solid Herbal Waste as Alternative Feed Source for Ruminants", *Med. Pet.*, vol. 40, no. 2, pp. 101-110, 2017.

