

Ciri Agronomi dan Serat Delapan Varian Sorgum sebagai Pakan (Evaluation of Agronomic Characteristics and Fiber of Eight Sorghum Variants as Forage)

Wijaya Murti Indriatama¹, Winda Puspitasari¹, Wahidin Teguh Sasongko¹, Yenny Nur Anggraeny², Soeranto Human¹, Sihono¹, Widhi Kurniawan³, Sutiyoso⁴, Yukarie Ayu Wulandari⁴, Teguh Wahyono^{5*}

(Diterima Januari 2023/Disetujui April 2023)

ABSTRAK

Sorghum merupakan tanaman multifungsi sebagai sumber pangan, pakan, dan energi alternatif. Pemuliaan tanaman sorgum dengan teknik mutasi radiasi dimaksudkan untuk memperbaiki ciri sorgum sesuai dengan peruntukannya. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi ciri agronomi dan serat galur mutan sorgum terseleksi hasil induksi mutasi sinar gamma. Delapan galur mutan sorgum diamati dalam penelitian ini (GHP-2, GHP-3, GHP-4, GHP-5, GHP-7, G-5, P-341, dan P36.M10). Sorgum varietas Pahat dan Bioguma digunakan sebagai kontrol. Dibandingkan delapan galur mutan terpilih, varietas Bioguma merupakan tanaman yang tertinggi. Kecuali P-341, semua sorgum galur mutan terpilih menghasilkan biomassa tanaman yang lebih rendah dibandingkan Bioguma. Kadar gula batang tertinggi dihasilkan oleh galur mutan G-5 dan P-36.M10. Produksi biji per malai tidak berbeda nyata antarvarian. Fraksi serat daun dan batang terendah berturut-turut dihasilkan oleh galur mutan GHP-3 dan G-5. Berdasarkan hasil penelitian, sorgum galur mutan P-341 berpotensi untuk digunakan sebagai hijauan pakan ternak karena menghasilkan biomassa tinggi dan kandungan serat yang cukup rendah. Galur mutan G-5 dapat diproyeksikan sebagai sumber energi alternatif karena kadar gula batang yang tinggi.

Kata kunci: agronomi, serat, mutan, sorgum

ABSTRACT

Sorghum is a multifunctional crop as a source of food, feed, and alternative energy. Plant breeding using the radiation mutation technique was applied to improve the characteristics of sorghum according to its purpose. This study evaluated the agronomic and fiber characteristics of selected sorghum mutant lines. Eight sorghum mutant lines were observed in this study (GHP-2, GHP-3, GHP-4, GHP-5, GHP-7, G-5, P-341, and P36.M10). Pahat and Bioguma sorghum varieties were used as control. Compared to eight selected mutant lines, Bioguma variety was the tallest plant. Except for P-341, all selected mutant sorghum lines produced lower plant biomass than Bioguma. The highest sugar content was produced by G-5 and P-36.M10. There are no significant differences in seed production per panicle. The lowest fiber fractions in the leaf and stem were produced by GHP-3 and G-5 mutant lines, respectively. Based on our findings, the P-341 sorghum mutant line can be used as forage sorghum because it produces high biomass and relatively low fiber content. The G-5 mutant line can be projected as an alternative energy source due to its high stem sugar content.

Keywords: agronomy, fiber, mutant, sorghum

PENDAHULUAN

Indonesia akan menghadapi tantangan berupa krisis pangan, energi, dan pakan, seiring meningkatnya populasi di masa depan (Sihono *et al.* 2019). Pemanfaatan lahan marginal merupakan salah satu solusi yang tepat untuk mengatasi masalah tersebut.

Tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) telah dikembangkan luas di wilayah Afrika, Asia, dan Amerika (Puteri *et al.* 2015). Tanaman ini cocok dikembangkan di Indonesia, karena adaptif dan toleran di lingkungan kering (Wahyono *et al.* 2019). Dalam peta jalan (*roadmap*) hingga tahun 2024, Pemerintah berupaya meningkatkan hilirisasi dan produksi sorgum untuk mendukung program ketahanan pangan nasional (Kemenko Perekonomian Indonesia, 2022). Selain itu, sorgum juga berperan besar sebagai sumber pakan dan energi alternatif untuk mendukung program peternakan dan energi. Program pemerintah tersebut harus didukung oleh penyediaan benih sorgum yang bermutu secara kontinu.

Sorghum konvensional dan sorgum manis sebagai tanaman multiguna (pangan dan pakan) telah dimanfaatkan di Indonesia (Sajimin *et al.* 2017). Sorgum tipe pangan juga dapat dioptimumkan sebagai sumber pakan ternak karena produksi hijauannya yang relatif tinggi (Wahyono *et al.* 2022). Sorgum manis berpotensi

¹ Pusat Riset Teknologi Proses Radiasi, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Kawasan Sains dan Teknologi BJ Habibie, Jl. Puspipetek, Muncul, Setu, Tangerang Selatan 15314

² Pusat Riset Peternakan, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Kawasan Sains dan Teknologi Soekarno, Jl. Jakarta Bogor, Cibinong, Bogor 16915

³ Fakultas Peternakan, Universitas Halu Oleo, Gedung Peternakan, Kampus Hijau Bumi Tridharma Anduonohu. Jl. H.E.A. Mokodompit, Kendari 93234

⁴ Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Kampus A Jl. K.H. Ahmad Dahlan Cirendeui Ciputat Jakarta 10510

⁵ Pusat Riset Teknologi dan Proses Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Kawasan Sains Umar Anggara Jenie, Jl Jogja - Wonosari Km 31,5, Playen, Yogyakarta 55861

* Penulis Korespondensi: E-mail: tegu021@brin.go.id

dikembangkan sebagai sumber energi alternatif (bioetanol) karena menghasilkan kadar gula batang yang tinggi. Selain itu, bagas sorgum juga berpotensi digunakan sebagai pakan ternak ruminansia (Wahyono & Firsoni 2017). Ciri agronomi dan seratnya perlu dievaluasi karena sorgum memiliki potensi berdasarkan ciri morfo-fisiologisnya (Perazzo *et al.* 2017).

Sebagai salah satu lembaga penelitian yang mengaplikasikan teknik nuklir dalam proses pemuliaan tanaman, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) telah menghasilkan tiga varietas sorgum (Pahat, Samurai 1, Samurai 2), yang berturut-turut sangat cocok digunakan sebagai sorgum tipe pangan, bioetanol, dan pakan ternak (Sugoro *et al.* 2015). Selain itu, terdapat beberapa galur mutan yang diproyeksikan sebagai varietas pakan dan pangan. Wahyono *et al.* (2019) melaporkan bahwa sorgum galur mutan G5 dan G8 memiliki ciri yang baik untuk digunakan sebagai hijauan pakan ternak. Hal tersebut karena G5 termasuk dalam tipe sorgum *brown midrib* (BMR), sedangkan G8 adalah tipe *green midrib* (GMR) atau sorgum *staygreen*. Beberapa galur mutan yang belum dievaluasi dari segi agronomi dan serat di antaranya: GHP-2, GHP-3, GHP-4, GHP-5, GHP-7, G-5, P-341, dan P-36.M10. Sejauh ini, belum ada informasi terkait perbedaan ciri agronomi dan serat dari kedelapan galur tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengevaluasi delapan galur mutan sorgum sesuai dengan ciri agronomi dan fraksi seratnya.

METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

Bahan-bahan dalam penelitian ini di antaranya: urea, kalium klorida (KCl), trinitrium fosfat (TSP), larutam detergen asam (ANKOM®), dan H₂SO₄ 72%. Benih sorgum adalah delapan galur mutan (GHP-2, GHP-3, GHP-4, GHP-5, GHP-7, G-5, P-341, dan P-36.M10) dan dua varietas sorgum nasional (Pahat dan Bioguma). Sorgum Pahat digunakan sebagai kontrol karena merupakan varietas hasil mutasi radiasi pertama Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) dan varietas Bioguma digunakan sebagai kontrol karena merupakan varietas nasional hasil penelitian Kementerian Pertanian. Benih sorgum P-341 dan P-36.M10 diperoleh dari koleksi Fakultas Peternakan, Universitas Halu Oleo. Delapan varian benih lainnya diperoleh dari koleksi Pusat Riset Teknologi Proses Radiasi, BRIN.

Rancangan Percobaan

Sepuluh varian sorgum digunakan sebagai variabel perlakuan dengan rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (Matjik & Sumertajaya 2006). Setiap perlakuan dibagi menjadi tiga kelompok dengan masing-masing tiga ulangan. Petak tanam digunakan sebagai kelompok percobaan.

Tempat dan Waktu Penelitian

Sorgum ditanam di Kebun Percobaan Kawasan BRIN G.A. Siwabessy, Pasar Jumat, Jakarta Selatan (6°17'38.9" LS; 106°46'28.8" BT), pada bulan Januari–Mei 2022 di lingkungan semi-arid dengan curah hujan tahunan 100–300 mm (BMKG 2022). Tipe tanah di lokasi percobaan adalah Latosol dengan pH 4,7–5,6.

Penanaman dan Pemeliharaan Tanaman

Sebelum penanaman, lahan diolah dan digemburkan menggunakan pupuk kandang sebanyak 20 kg/ha. Plot penelitian berukuran 5 m × 4 m dengan jarak tanam sekitar 20 cm dalam-jalur dan 50 cm antarjalur. Dalam setiap plot terdapat sekitar 200 lubang tanam. Benih ditanam pada kedalaman sekitar 6 cm dan ditutup menggunakan pupuk kandang. Pemupukan pertama pada 7 hari setelah tanam (HST) menggunakan urea, KCL, dan TSP dengan nisbah 2:2:3 (g/g/g) sebanyak 200 kg/ha. Pemupukan kedua pada 30 HST hanya menggunakan urea 140 kg/ha. Penjarangan diterapkan pada hari ke-5 dan ke-14 HST hingga tersisa dua tanaman pada setiap lubang dari total empat tanaman. Tanaman dipanen pada umur berbunga (80 HST) dan fase *hard dough* (±116 HST). Parameter diamati pada kedua umur panen tersebut karena merupakan umur panen yang biasa diaplikasikan oleh peternak (fase berbunga) dan petani sorgum (fase *hard dough*).

Pengukuran Ciri Agronomi

Ciri agronomi yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, diameter batang, biomassa biji/malai, biomassa tanaman, kadar gula batang, dan kandungan klorofil. Khusus untuk kandungan klorofil diukur pada tanaman berumur 80 dan 116 HST. Tinggi tanaman diukur dari bagian pangkal batang sampai ujung atas tanaman (cm). Jumlah daun dihitung pada keseluruhan ruas batang tanaman. Luas daun ditentukan dengan mengukur panjang dan lebar daun pada daun kelima dari ruas terbawah (m²). Diameter batang diukur dengan menggunakan jangka sorong pada ruas batang pertama (cm). Biomassa biji dan tanaman ditimbang pada setiap sampel tanaman (g). Kadar gula batang ditetapkan pada nira batang menggunakan Atago Refractometer pocket® (% Brix). Kandungan klorofil dianalisis pada daun kelima dari ruas terbawah menggunakan pengukur klorofil Konica Minolta®.

Pengukuran Kandungan Bahan Organik dan Ciri Serat

Tanaman sorgum hasil panen 116 HST dipisahkan bagian daun dan batangnya. Sekitar 500 g sampel daun dan batang dikeringkan pada oven 55°C selama 72 jam. Sampel yang telah kering dihaluskan menggunakan *hammer mill* sampai berukuran 1 mm. Bahan organik (BO) dianalisis menggunakan metode AOAC (2005). Parameter ciri serat berupa *acid detergent fiber* (ADF) dan *acid detergent lignin* (ADL) berturut-turut dianalisis berdasarkan metode Ankom

(2017) dan Ankom (2022). Kandungan selulosa merupakan selisih dari nilai persentase kandungan ADF dan ADL.

Analisis Statistik

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *analysis of variance* (ANOVA) dengan peranti lunak SPSS 22.0. Uji *Duncan Multiple Range* digunakan untuk menentukan perbedaan antargenotipe (perlakuan).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ciri Agronomi

Hasil pengamatan ciri agronomi 10 varian sorgum (Tabel 1) memperlihatkan bahwa galur mutan P-341 merupakan tanaman tertinggi di antara delapan galur mutan yang diamati ($p < 0,05$). Akan tetapi, Bioguma merupakan varian sorgum yang tertinggi ($p < 0,05$). Tinggi tanaman dievaluasi pada galur mutan terpilih untuk memberikan gambaran ciri visual sorgum. Dalam beberapa kasus, petani sorgum pangan lebih memilih sorgum pendek untuk mempermudah pemanenan malai dan biji. Varietas Pahat merupakan contoh varietas sorgum pangan yang mengikuti selera petani. Sorgum Pahat merupakan tipe sorgum semi-pendek dengan tinggi 102,04–131,69 cm (Umboh *et al.* 2022). Kecuali P-341, semua galur mutan yang diamati juga memiliki ciri semi-pendek dengan tinggi 142,65–167,70 cm. Semua galur mutan memiliki tinggi tanaman yang lebih rendah daripada Bioguma. Hal tersebut karena tetua kedelapan mutan berasal dari sorgum Pahat. Sorgum Bioguma dikenal dengan ciri tanaman yang tinggi dengan tinggi mencapai 269,25 cm pada umur 9 pekan setelah tanam (Ginting *et al.* 2021). Tinggi tanaman juga berpengaruh untuk menentukan ciri sorgum pakan dan bioetanol. Tanaman yang tinggi dan memiliki ruas batang yang banyak akan memberikan peluang produksi nira batang yang melimpah untuk produksi bioetanol. Sorgum yang berkarakter tinggi juga cocok digunakan sebagai sorgum pakan karena menghasilkan biomassa hijauan pakan yang lebih

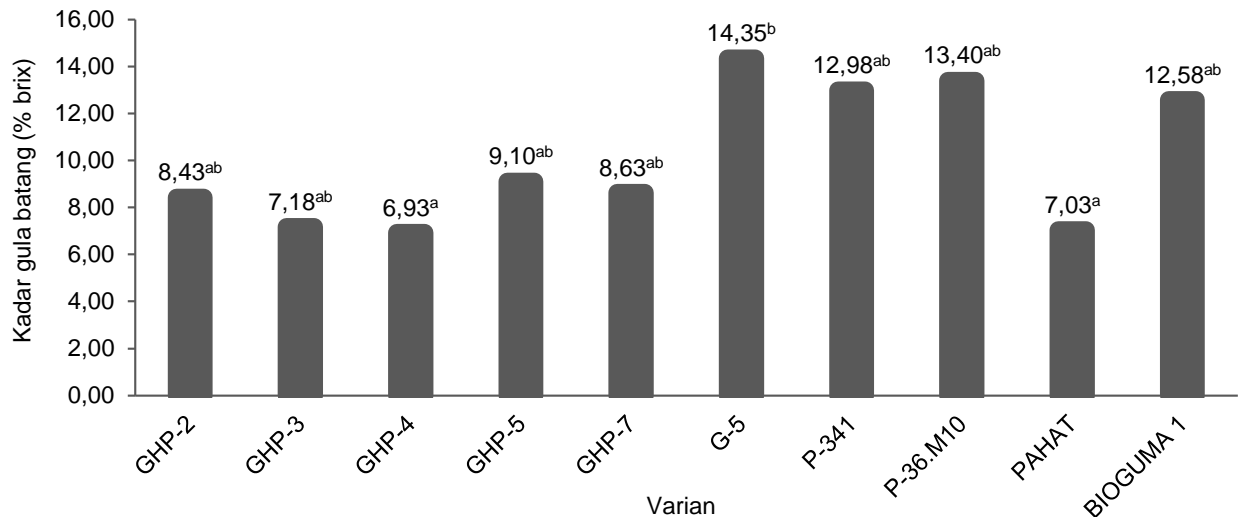
melimpah. Parameter tinggi tanaman berkorelasi positif dengan biomassa tanaman sorgum (Silungwe 2011). Tinggi tanaman merupakan parameter penting untuk menentukan potensi biomassa tanaman (Sriagtula 2016). Maftuchah *et al.* (2021) melaporkan bahwa tinggi tanaman adalah salah satu parameter yang biasanya digunakan untuk mengevaluasi pengaruh lingkungan dan genetik pada pertumbuhan tanaman. Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa galur mutan G-5 diketahui sebagai tipe sorgum BMR, sedangkan Pahat adalah tipe *white midrib* (WMR) (Wahyono *et al.* 2019). Penelitian ini melaporkan bahwa tidak ada perbedaan tinggi tanaman antara beberapa galur mutan sorgum dengan tipe WMR. Temuan ini sesuai dengan beberapa laporan sebelumnya bahwa perbedaan tipe sorgum tidak berpengaruh nyata pada tinggi tanaman (Li *et al.* 2015; Miron *et al.* 2005; Yemata *et al.* 2014).

Jumlah daun terbanyak dihasilkan oleh varietas Pahat, tetapi tidak berbeda nyata dengan delapan varian lain kecuali galur mutan GHP-2. Luas daun tertinggi dihasilkan oleh galur mutan GHP-3, G-5, dan GHP-2 ($p < 0,05$). Jumlah dan luas daun perlu diamati guna menentukan potensi produksi tanaman untuk menghasilkan produksi biji maupun biomassa hijauannya. Luas daun merupakan representasi dari lebar dan panjang daun yang memengaruhi kemampuan fotosintesis dan produksi biomassa (biji atau hijauan) tanaman (Sriagtula 2016). Galur mutan GHP-2, GHP-3, dan G-5 memiliki daun yang terluas (Tabel 1). Ciri daun GHP-2 yang luas juga memengaruhi produksi biomassa biji/malai yang relatif lebih banyak dibandingkan galur lainnya. Subalakhshmi *et al.* (2019) menemukan bahwa lebar daun berasosiasi positif dengan produksi biji sorgum. Galur G-5 yang cenderung berdaun lebar dan mengandung gula batang tinggi (Gambar 1) berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan silase. Sorgum dengan ciri daun yang lebar sangat cocok digunakan sebagai tipe silase (Li *et al.* 2015). Akan tetapi, ciri daun sorgum juga dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi di tanah dan umur panen (Kurniawan *et al.* 2017). Selain luas daun,

Tabel 1 Ciri agronomi pada tanaman sorgum galur mutan terpilih

Varian sorgum	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun	Luas daun (cm ²)	Diameter batang (cm)	Bobot biji/malai (g)	Biomassa /tanaman (g)
GHP-2	145,65 ^a	13,25 ^a	125,32 ^b	2,53 ^c	66,16	186,88 ^a
GHP-3	150,55 ^a	14,50 ^{ab}	128,93 ^b	2,33 ^{abc}	51,09	167,68 ^a
GHP-4	142,75 ^a	14,25 ^{ab}	105,17 ^{ab}	2,23 ^{abc}	42,81	161,15 ^a
GHP-5	158,10 ^a	15,25 ^{ab}	120,85 ^{ab}	2,05 ^{ab}	45,75	152,92 ^a
GHP-7	155,65 ^a	17,25 ^{ab}	112,31 ^{ab}	2,32 ^{abc}	56,36	166,33 ^a
G-5	159,13 ^a	14,25 ^{ab}	128,06 ^b	2,04 ^a	52,10	201,54 ^a
P-341	192,30 ^b	18,25 ^{ab}	108,35 ^{ab}	2,49 ^{bc}	41,81	463,07 ^{bc}
P-36.M10	167,70 ^{ab}	18,25 ^{ab}	95,13 ^a	2,38 ^{abc}	36,05	351,14 ^b
Pahat	153,38 ^a	19,75 ^b	112,57 ^{ab}	2,56 ^c	50,22	157,73 ^a
Bioguma	228,43 ^c	18,25 ^{ab}	109,96 ^{ab}	2,30 ^{abc}	60,55	553,33 ^c
SEM	8,197	0,717	3,462	0,057	0,927	46,330

Keterangan: SEM = *standard error of mean*, superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$).



Gambar 1 Kadar gula batang sorgum galur mutan terpilih.

parameter jumlah daun juga penting diketahui untuk melihat potensinya sebagai hijauan pakan ternak. Proporsi yang tinggi pada malai dan daun merupakan elemen penting yang menjadikan sorgum sebagai hijauan pakan ternak. Hal tersebut karena malai dan daun memiliki tingkat palatabilitas yang tinggi (Carmi *et al.* 2005).

Varietas Pahat dan galur mutan GHP-2 menghasilkan diameter batang terbesar ($p < 0,05$). Galur mutan GHP-2 cenderung menghasilkan bobot biji per malai tertinggi walaupun secara statistik tidak berbeda nyata dibandingkan dengan varian lainnya. Sebagai sorgum tipe pangan, varietas Pahat memiliki diameter batang yang besar (Tabel 1). Diameter batang yang besar juga dimiliki oleh galur mutan GHP-2. Sebagai sorgum pangan, diameter batang yang besar mendukung mekanisme tanaman sorgum untuk menopang malai yang besar (Wahyono 2020). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kesepuluh varian sorgum berdiameter batang di atas 2 cm. Ukuran ini lebih besar dibandingkan dengan hasil yang pernah dilaporkan. Li *et al.* (2015) menyatakan diameter tanaman sorgum dari berbagai tipe adalah 1,66–1,74 cm. Sriagtula (2016) juga melaporkan diameter sorgum BMR sekitar 1,65 cm, sedangkan sorgum konvensional berkisar 1,45 cm. Perbedaan diameter dan beberapa parameter agronomi dapat disebabkan oleh perbedaan respons sorgum pada lingkungan (Dewi & Yusuf 2017) dan fase generatif saat panen (Sahuri 2017). Hasil yang beragam pada pengamatan morfologi sorgum disebabkan oleh faktor interaksi antara ciri genetik dan lingkungan (Maftuchah *et al.* 2021).

Parameter biomassa per tanaman juga menghasilkan pola yang sama dengan tinggi tanaman. Bobot biomassa tertinggi dihasilkan oleh varietas Bioguma ($p < 0,05$) tetapi tidak berbeda nyata dengan galur mutan P-341. Biomassa tanaman yang tinggi pada Bioguma relevan dengan ukurannya yang juga tinggi. Wahyono (2020) menegaskan bahwa biomassa tanaman yang tinggi dipengaruhi oleh ciri tinggi

tanaman, proporsi batang, dan daun. Tinggi tanaman berasosiasi positif dengan biomassa segar tanaman sorgum (Singh *et al.* 2017). Berdasarkan biomasanya, varietas Bioguma dan galur mutan P-341 merupakan genotipe sorgum yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber hijauan pakan. Selain ukurannya yang tinggi, galur P-341 dan varietas Bioguma juga memiliki jumlah daun yang relatif lebih banyak. Menurut Singh *et al.* (2017), terdapat korelasi positif antara parameter tinggi tanaman, bobot batang, bobot daun, dan konsentrasi gula batang. Tingginya produksi biomassa segar adalah ciri utama sorgum yang diinginkan untuk sumber hijauan pakan (Bean *et al.* 2013).

Kadar Gula Batang

Kandungan karbohidrat terlarut pada tanaman dapat direpresentasikan oleh kadar gula dalam batang. Kadar gula batang dari 10 genotipe sorgum dapat dilihat pada Gambar 1. Galur mutan G5 menghasilkan kadar gula batang tertinggi (14,35 % brix; $p < 0,05$) walaupun tidak berbeda nyata dengan Bioguma, GHP-2, GHP-3, GHP-5, GHP-7, P-341, dan P-36.M10. Kadar gula batang terendah dihasilkan oleh varietas Pahat dan galur mutan GHP-4 dengan nilai berturut-turut 7,03 dan 6,93% brix.

Persentase brix merepresentasikan konsentrasi padatan terlarut total yang berkorelasi positif dengan konsentrasi gula total pada nira sorgum (Teixeira *et al.* 2017). Kadar gula yang relatif tinggi pada galur mutan G-5, P-341, dan P-36.M10 merupakan indikator bahwa ketiga genotipe tersebut berpotensi dibudidayakan sebagai sorgum tipe bioetanol dan pakan. Sorgum dengan kadar gula batang yang tinggi dikategorikan sebagai sorgum manis. Sebagai pengganti tebu, sorgum manis merupakan alternatif pelengkap industri sukro-energi, yang memiliki keunggulan dari segi ketersediaannya sepanjang tahun (Teixeira *et al.* 2017). Sebagai hijauan pakan, sorgum yang mengandung kadar gula batang tinggi menyediakan energi yang mudah dikonversikan oleh ternak

(Wahyono 2020). Selain itu, sorgum manis juga merupakan bahan dasar silase pakan yang bermutu tinggi (Wahyono *et al.* 2022). Kandungan gula batang yang tinggi merupakan salah satu bagian fraksi karbohidrat yang mudah larut. Fraksi karbohidrat non-serat merupakan sumber energi dalam bentuk adenosin trifosfat (ATP) yang berperan dalam mekanisme pencernaan ruminansia (Kondo *et al.* 2015). Menurut Wahyono *et al.* (2019), sorgum G-5 termasuk dalam golongan sorgum BMR karena kadar gula batangnya yang tinggi. Dalam penelitian ini, rerata kadar gula batang G-5 adalah 14,35% brix. Hasil ini sejalan dengan penelitian Wahyono (2020) bahwa kandungan gula batang G-5 yang dipanen pada fase *hard dough* berkisar pada nilai 13,66% brix. Sorgum tipe BMR mengandung gula terlarut yang lebih tinggi daripada sorgum tipe konvensional (Sattler *et al.* 2010; Getachew *et al.* 2016).

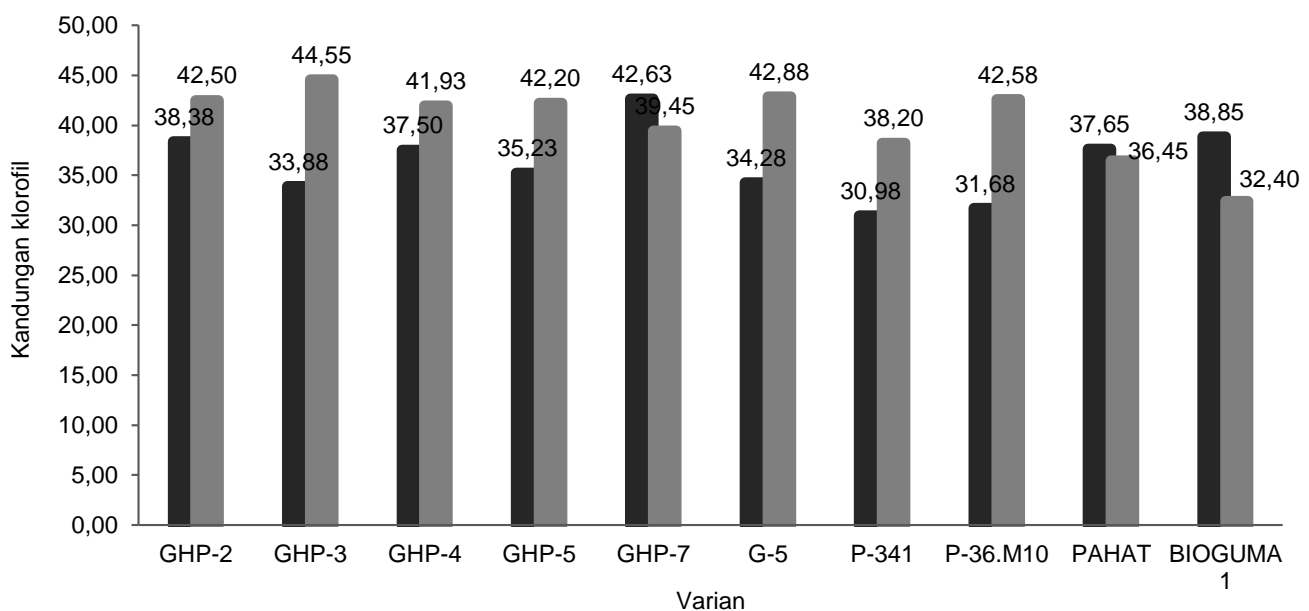
Kandungan Klorofil

Kadar klorofil pada tanaman berhubungan dengan proses penuaan serta mobilisasi nutrisi dari dekomposisi jaringan tua ke yang lebih muda maupun ke jaringan reproduktif untuk mendukung kematangan benih. Kadar klorofil yang tinggi pada fase generatif menandakan perlambatan penuaan daun yang mendukung peningkatan kapasitas fotosintesis, menghasilkan asimilasi benih yang lebih baik, akumulasi hasil biomassa, dan bobot biji (Kristanto *et al.* 2013). Daun bendera mengindikasikan kadar klorofil daun pada umur 80 HST dan fase panen (116 HST) yang tidak berbeda nyata antar-varian yang diuji. Namun, ada kecenderungan peningkatan kadar klorofil dari fase bunga ke masa panen pada galur mutan GHP-2, GHP-3, GHP-4, GHP-5, G-5, P-341, dan P-36.M10. Meningkatnya kadar klorofil tertinggi diperlihatkan oleh galur mutan GHP-3 dan P-36.M10, sedangkan galur mutan GHP-7 dan 2 varietas kontrol justru menurun

saat panen. Penurunan kadar klorofil pada ketiga varian tersebut dimungkinkan karena pengamatan dilakukan telah lewat masa panen atau dapat dikatakan ketiga varian tersebut lebih genjah dibanding galur mutan yang lain. Kusuma dan Anas (2012) menyatakan bahwa sifat tanaman sorgum yang selalu hijau dan dapat menunda proses *senescence* atau penuaan pada saat fase pengisian benih diduga memiliki sifat *stay-green* yang menunjukkan kemampuannya mempertahankan warna hijau daun dari masa reproduksi hingga panen (Gambar 2).

Kandungan Bahan Organik dan Ciri Serat

Pengukuran kandungan bahan organik dan serat pada daun dan batang sorgum diperlukan untuk mengevaluasi potensi hijauan sorgum sebagai pakan ternak. Hewan ruminansia memerlukan pakan tipe hijauan untuk mencukupi kebutuhan energi pokok dan produksinya. Kandungan bahan organik daun tertinggi dihasilkan oleh galur mutan GHP-7 dan varietas Pahat dengan nilai berturut-turut 87,65 dan 87,22% BK ($p < 0,05$) (Tabel 2). Galur mutan GHP-4 dan G-5 menghasilkan bahan organik daun yang terendah, yaitu 81,12 dan 81,14% BK ($p < 0,05$). Pada bagian batang, kandungan bahan organik tertinggi dihasilkan oleh varietas Bioguma dan galur P-341, masing-masing 93,61 dan 93,69% BK ($p < 0,05$). Kadar bahan organik batang terendah dihasilkan oleh galur mutan GHP-2 (87,88% BK, $p < 0,05$). Kandungan ADF daun dan batang sorgum terendah dihasilkan oleh galur mutan GHP-3 dan G-5 ($p < 0,05$). Kadar ADF dari semua galur mutan lebih rendah dibandingkan varietas Pahat dan Bioguma sebagai varietas kontrol ($p < 0,05$). Kandungan selulosa terendah pada daun dan batang juga dihasilkan oleh GHP-3 dan G-5 ($p < 0,05$). Varietas Bioguma dan Pahat mengandung selulosa tertinggi pada bagian daun dengan nilai berturut-turut 37,02 dan 35,82% BK ($p < 0,05$). Galur mutan P-36.M10



Gambar 2 Kandungan klorofil daun sorgum pada panen hari ke 80 (■) dan 116 HST (▒).

Tabel 2 Kandungan bahan organik dan ciri serat pada tanaman sorgum galur mutan terpilih

Bagian tanaman	Varian	Bahan organik	ADF	Selulosa	ADL
		% BK			
Daun	GHP-2	83,05 ^c	48,61 ^{bcd}	31,76 ^{bc}	16,85 ^{abc}
	GHP-3	82,49 ^b	45,74 ^a	26,99 ^a	18,75 ^{bc}
	GHP-4	81,12 ^a	48,28 ^{bc}	29,21 ^{ab}	19,07 ^c
	GHP-5	83,56 ^{cd}	48,81 ^{cd}	31,57 ^{bc}	17,24 ^{abc}
	GHP-7	87,65 ^g	49,70 ^d	35,27 ^{de}	14,43 ^a
	G-5	81,14 ^a	47,68 ^b	29,92 ^b	17,76 ^{bc}
	P-341	84,26 ^{ef}	49,58 ^d	32,82 ^{cd}	16,76 ^{abc}
	P-36.M10	83,88 ^{de}	49,21 ^{cd}	34,83 ^{de}	14,38 ^a
	Pahat	87,22 ^g	52,36 ^e	35,82 ^e	16,54 ^{abc}
	Bioguma	84,56 ^f	53,06 ^e	37,02 ^e	16,04 ^{ab}
	SEM	0,698	0,674	1,022	0,497
Batang	GHP-2	87,88 ^a	37,78 ^b	29,17 ^b	8,61 ^d
	GHP-3	88,98 ^c	37,23 ^b	28,49 ^b	8,74 ^d
	GHP-4	87,99 ^{ab}	43,48 ^c	36,20 ^d	7,28 ^{bc}
	GHP-5	92,20 ^{de}	36,20 ^b	30,35 ^{bc}	5,85 ^a
	GHP-7	88,65 ^{bc}	44,16 ^c	35,61 ^d	8,56 ^d
	G-5	91,76 ^d	32,60 ^a	25,34 ^a	7,26 ^{bc}
	P-341	93,69 ^f	36,03 ^b	29,41 ^{bc}	6,61 ^{ab}
	P-36.M10	92,64 ^e	37,23 ^b	31,46 ^c	5,77 ^a
	Pahat	89,20 ^c	43,94 ^c	35,51 ^d	8,42 ^{cd}
	Bioguma	93,61 ^f	38,22 ^b	30,57 ^{bc}	7,65 ^{bcd}
	SEM	0,740	1,230	1,121	0,356

Keterangan: ADF = acid detergent fiber, ADL = acid detergent lignin, BK = bahan kering, SEM = standard error of mean, superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)

mengandung ADL terendah pada bagian daun dan batang dengan nilai masing-masing 14,38 dan 5,77% BK ($p < 0,05$).

Kandungan bahan organik belum dapat dijadikan parameter untuk menilai mutu nutrisi hijauan sebagai bahan pakan (Teguh 2020). Oleh karena itu, fraksi serat dievaluasi untuk memberi gambaran ciri sumber karbohidrat yang dihasilkan tebon sorgum (batang dan daun). Kandungan ADF diamati karena merepresentasikan fraksi serat yang sulit dicerna (Kondo *et al.* 2015). Kandungan ADF berkorelasi negatif dengan pencernaan suatu bahan pakan (Wahyono *et al.* 2019). Kandungan ADF pada daun dan batang G-5 relatif lebih rendah daripada genotipe yang lain. Hal tersebut karena galur mutan G-5 adalah tipe sorgum BMR yang rendah serat (Wahyono *et al.* 2019). Kandungan ADF yang rendah diiringi oleh kadar selulosa di dalamnya. Hal tersebut karena fraksi ADF adalah komponen serat tanpa komponen hemiselulosa (Wahyono 2020). Kandungan serat yang rendah pada G-5 juga relevan dengan tingginya kandungan kadar gula batang sorgum (Gambar 1). Fraksi glukosa dan fruktosa yang tinggi juga ditemukan pada ciri sorgum BMR (Scully *et al.* 2016). Selain itu, galur mutan GHP-5 dan P-36.M10 juga mengandung ADL yang rendah di bagian batang. Fenomena ini perlu dikaji lebih lanjut untuk melihat ciri BMR kedua galur mutan tersebut.

Sriagtula (2016) melaporkan bahwa kandungan ADF sorgum non-BMR lebih tinggi dibandingkan sorgum BMR. Mutasi genetik yang terjadi pada bebe-

rapa genotipe mutan memengaruhi metabolisme dinding sel tanaman (Wahyono 2020) dan kandungan fraksi seratnya (Scully *et al.* 2016). Rata-rata kandungan ADF tanaman sorgum yang dihasilkan di penelitian ini lebih tinggi dibandingkan beberapa riset sebelumnya (Sriagtula *et al.* 2017; Wahyono *et al.* 2019). Perbedaan ini dapat disebabkan oleh perbedaan metode penanaman, nutrisi tanah, dan umur panen sorgum. Umur panen sangat memengaruhi kandungan fraksi serat tanaman sorgum (Puteri *et al.* 2015).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi ciri agronomi dan seratnya, terdapat beberapa galur mutan yang berpotensi untuk dikembangkan. Galur mutan GHP-2 berpotensi dikembangkan sebagai sorgum pangan karena menghasilkan biomassa biji/malai yang relatif setara dengan Bioguma dan Pahat. Galur mutan P-341 merupakan sorgum ciri hijauan pakan karena menghasilkan biomassa tanaman yang tinggi dan ciri lignin yang rendah. Galur mutan G-5 mengandung kadar gula batang yang tinggi serta kandungan serat yang rendah sehingga berpotensi dikembangkan sebagai sorgum penghasil bioetanol. Akan tetapi, ciri agronomi dan serat beberapa galur mutan terpilih hasil panen ratun perlu dikaji dalam penelitian lanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari Program Riset dan Inovasi untuk Indonesia Maju (RIIM) dengan nomor kontrak: B-809/II.7.5/FR/6/2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Ankom Technology. 2017. *Acid Detergent Fiber in Feeds Filter Bag Technique-Method 5*. https://www.ankom.com/sites/default/files/document-files/Method_5_ADF_A200.pdf
- Ankom Technology. 2022. *Determining Acid Detergent Lignin in beakers*. https://www.ankom.com/sites/default/files/document-files/Method_8_Lignin_in_beakers_2.pdf
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 2005. *Official Method of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists.
- Bean BW, Baumhardt RL, McCollum III FT, McCuiston KC. 2013. Comparison of sorghum classes for grain and forage yield and forage nutritive value. *Field Crops Research*. 142: 20–26. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.11.014>
- Carmi A, Umiel N, Hagiladi A, Yosef E, Ben-ghedalia D, Miron J. 2005. Field performance and nutritive value of a new forage sorghum variety 'Pnina' recently developed in Israel. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 85: 2567–2573. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2299>
- Dewi ES, Yusuf M. 2017. Potensi pengembangan sorgum sebagai pangan alternatif, pakan ternak dan bioenergi di Aceh. *Jurnal Agroteknologi*. 7(2): 27–32. <https://doi.org/10.24014/ja.v7i2.3499>
- Getachew G, Putnam DH, Ben CM De, Peters EJ De. 2016. Potential of sorghum as an alternative to corn forage. *American Journal of Plant Sciences*. 7: 1106–1121. <https://doi.org/10.4236/ajps.2016.77106>
- Ginting DAAP, Irmansyah T, Sipayung R. 2021. Aplikasi pupuk kascing pada pertumbuhan dan produksi beberapa varietas sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Journal Online Agroekoteknologi*. 9(2): 18–24.
- Kondo M, Yoshida M, Loresco M, Lapitan RM, Herrera JRV, Barrio AND, Uyeno Y, Matsui H, Fujihara T. 2015. Nutrient contents and *in vitro* ruminal fermentation of tropical grasses harvested in wet season in the Philippines. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 3(12): 694–699. <https://doi.org/10.14737/journal.aavs/2015/3.12.694.699>
- Kristanto BA, Indradewa D, Ma'as A, Sutrisno RD. 2014. Penuaan daun, kandungan klorofil daun dan hasil biji sorgum manis (*Sorghum bicolor* L. Moench) di bawah kondisi cekaman kekeringan. *Agro-UPY*. 6(1): 38-49.
- Kurniawan W, Napirah A, Rahman R, Abdullah L, Supriyanto S. 2017. Characteristic comparison of BMR and conventional sorghum as promising forage grown on Ultisol soil applied different levels of organic fertilizer. *The 7th International Seminar on Tropical Animal Production*. 79–84.
- Kusuma J, Anas. 2012. Keragaman dan korelasi genetik antara karakter daun dengan hasil pada tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Prosiding Seminar Nasional PERIPI 2012*, 170-176.
- Li Y, Mao P, Zhang W, Wang X, You Y, Zhao H, Zhai L, Liu G. 2015. Field crops research dynamic expression of the nutritive values in forage sorghum populations associated with white, green, and brown midrid genotypes. *Field Crops Research*. 184: 112–122. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.09.008>
- Maftuchah, Febriana L, Sulistyawati, Reswari HA, & Septia ED. 2021. Morphological diversity and heritability of nine local sorghum (*Sorghum bicolor*) genotypes in East java, Indonesia. *Biodiversitas*. 22(3): 1310–1316. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220330>
- Mattjik AA, Sumertajaya IM. 2006. *Perancangan Percobaan*. Bogor (ID): IPB Press.
- Miron J, Zuckerman E, Sadeh D, Adin G, Nikbachat M, Yosef E, Ben-Ghedalia D, Carmi A, Kipnis T, Solomon R. 2005. Yield, composition and *in vitro* digestibility of new forage sorghum varieties and their ensilage characteristics. *Animal Feed Science and Technology*. 120: 17–32. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2005.01.008>
- Perazzo AF, Carvalho GGP, Santos EM, Bezerra HFC, Silva TC, Pereira GA, Ramos RCS, Rodrigues JAS. 2017. Agronomic evaluation of sorghum hybrids for silage production cultivated in semiarid conditions. *Frontiers in Plant Science*. 8: 1–8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01088>
- Puteri RE, Karti PDMH, Abdullah L, Supriyanto. 2015. Productivity and nutrient quality of some sorghum mutant lines at different cutting ages. *Media Peternakan*. 38(2): 132–137. <https://doi.org/10.5398/medpet.2015.38.2.132>
- Sahuri. 2017. Uji adaptasi sorgum manis sebagai tanaman sela di antara tanaman karet belum menghasilkan. *Jurnal Penelitian Karet*. 35(1): 23–38. <https://doi.org/10.22302/ppk.jpk.v1i1.286>
- Sajimin S, Purwantari ND, Sarjiman S, Sihono S. 2017. Evaluation on performance of some *Sorghum bicolor* cultivars as forage resources in the dry land with dry climate. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 22(3): 135–143. <https://doi.org/10.14334/jitv.v22i3.1611>

- Sattler SE, Funnell-harris DL, Pedersen JF. 2010. Plant science brown midrib mutations and their importance to the utilization of maize, sorghum, and pearl millet lignocellulosic tissues. *Plant Science*. 178(3): 229–238. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2010.01.001>
- Scully ED, Gries T, Funnell-harris DL, Xin Z, Kovacs FA, Vermerris W, Sattler SE. 2016. Characterization of novel brown midrib 6 mutations affecting lignin biosynthesis in sorghum. *Journal of Integrative Plant Biology*. 58(2): 136–149. <https://doi.org/10.1111/jipb.12375>
- Sihono, Human S, Wijaya MI, Marina YM, Puspitasari W, Wahyono T. 2019. Exploring the potential of sorghum for food, animal feed and bioenergy through induced mutation breeding. *International Conference on Nuclear Capacity Building, Education, Research and Applications*. 1(June): 22–28.
- Silungwe D. 2011. *Evaluation of Forage Yield and Quality of Sorghum, Sudangrass and Pearl Millet Cultivars in Manawatu*. Palmerston North (NZ): Massey University.
- Singh S, Bhat BV, Shukla GP, Gaharana D, Anele UY. 2017. Nutritional evaluation of different varieties of sorghum stovers in sheep. *Animal Feed Science and Technology*. 227: 42–51. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.03.011>
- Sriagtula R, Karti PDMH, Abdullah L, Supriyanto, Astuti DA. 2017. Nutrient changes and *in vitro* digestibility in generative stage of M10-BMR sorghum mutant lines. *Media Peternakan*: 40(2): 111–117. <https://doi.org/10.5398/medpet.2017.40.2.111>
- Sriagtula R. 2016. *Evaluasi produksi, nilai nutrisi dan karakteristik serat galur sorgum mutan brown midrib sebagai bahan pakan ruminansia*. [Disertasi]. Bogor (ID): IPB University.
- Subalakhshmi VKIS, Selvi B, Kavithamani D, Vadivel N. 2019. Relationship among grain yield and its component traits in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) germplasm accessions. *Electronic Journal of Plant Breeding*. 10(2): 446–450. <https://doi.org/10.5958/0975-928X.2019.00057.7>
- Sugoro I, Wiryawan KG, Astuti DA, Wahyono T. 2015. Gas production and rumen fermentation characteristics of buffalo diets containing by-product from some sorghum varieties. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 20(4): 242–249. <https://doi.org/10.14334/jitv.v20i4.1241>
- Teixeira TPM, Pimentel LD, Dias LA dos S, Parrella RA da C, da Paixão MQ, Biesdorf EM. 2017. Industrial crops & products redefinition of sweet sorghum harvest time: New approach for sampling and decision-making in field. *Industrial Crops & Products*. 109: 579–586. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.09.002>
- Umboh ES, Sumolang CIJ, Telleng MM. 2022. Keragaan agronomi sorgum varietas Pahat fase *soft dough* dengan kepadatan tanam benih dalam lubang berbeda. *Zootec*. 42(2): 1–8. <https://doi.org/10.35792/zot.42.1.2022.38516>
- Wahyono T, Astuti DA, Jayanegara A, Wiryawan KG, Sugoro I. 2019. Evaluasi fraksi serat untuk mengestimasi *relative feed value* pada tanaman sorgum galur mutan. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*. 15(2): 93–105.
- Wahyono T. 2020. *Tanaman sorgum hasil pemuliaan mutasi radiasi sebagai pakan ternak: Kajian agronomi, evaluasi in vitro dan in vivo pada domba*. [Disertasi]. Bogor (ID): IPB University.
- Wahyono T, Astuti DA, Jayanegara A, Wiryawan KG, Sugoro I, Kurniawan W, Indriatama WM. 2022. Performance of local lambs fed total mixed rations based on forages with different sorghum cultivars. *Proceedings of the International Conference on Improving Tropical Animal Production for Food Security (ITAPS 2021)*. 20(Itaps 2021), 220–225. <https://doi.org/10.2991/absr.k.220309.045>
- Wahyono T, Firsoni F. 2017. The changes of nutrient composition and *in vitro* evaluation on gamma irradiated sweet sorghum bagasse. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*. 12(1): 69–79. <https://doi.org/10.17146/jair.2016.12.1.2855>
- Wahyono T, Jatmiko E, Firsoni F, Hardani SNW, Yunita E. 2019. Evaluasi nutrisi dan pencernaan *in vitro* beberapa spesies rumput lapangan tropis di Indonesia. *Sains Peternakan*. 17(2): 17–23. <https://doi.org/10.20961/sainspet.v17i2.29776>
- Wahyono T, Sasongko WT, Indriatama WM, Martono S, Widodo S, Kurniawan W, Rofiq MN. 2022. Influence of different variety and wilting treatment on the nutritive value of whole plant sorghum silage. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 10(7): 1649–1658. <https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2022/10.7.1649.1658>
- Wahyono T, Sugoro I, Jayanegara A, Wiryawan KG, Astuti DA. 2019. Nutrient profile and *in vitro* degradability of new promising mutant lines sorghum as forage in Indonesia. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 7(9): 810–818. <https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2019/7.9.810.818>
- Yemata G, Fetene M, Assefa A, Tesfaye K. 2014. Evaluation of the agronomic performance of stay green and farmer preferred sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) varieties at Kobo North Wello zone, Ethiopia. *Sky Journal of Agricultural Research*. 3(11): 240–248.