

KADAR GULA BEBERAPA VARIETAS SORGUM PADA BERBAGAI FASE PERKEMBANGAN TANAMAN

Dwi Ratna Anugrahwati, Akhmad Zubaidi, Baiq Erna Listiana, Uyek Malik Yakop, Dwi Noorma Putri, Siti Azira Zilfida, Nur Aenun Solihat, Dini Istiyayu Lestari
Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Mataram
Jl. Majapahit No.62, Mataram, Nusa Tenggara Barat. 83115

*Corresponding Author Email: anugrahwatidwi@gmail.com

ABSTRAK

Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) merupakan tanaman yang memiliki keunggulan daya adaptasi yang luas, toleran terhadap kekeringan, dapat berproduksi pada lahan marginal serta relatif tahan terhadap gangguan hama dan penyakit. Dengan potensi lahan kering yang dimiliki oleh Provinsi NTB yang sangat besar, maka peluang pengembangan sorgum sebagai sumber pangan, bahan bakar dan sumber pakan ternak di NTB sangatlah besar. Potensi sorgum sebagai penghasil bioetanol telah mulai banyak dipertimbangkan sebagai tanaman yang potensial. Batang sorgum mengandung nira yang setara dengan nira tebu dan memberi kontribusi yang besar sebagai bahan baku bioetanol. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kadar gula (brix) 7 varietas sorgum (Nasional dan Lokal) pada beberapa fase perkembangan tanaman untuk mendapatkan varietas unggul sorgum dengan kadar gula tinggi pada fase pemanenan yang tepat. Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca, Fakultas Pertanian Universitas Mataram. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan percobaan di rumah kaca menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor yaitu varietas sorgum (Bioguma, Samurai, Super 1, Super 2, Suri 4, Gando Keta, Gando Bura) dan fase perkembangan tanaman (muncul daun bendera, berbunga, masak fisiologis), sehingga diperoleh 21 kombinasi perlakuan. Setiap perlakuan diulangi sebanyak 3 kali sehingga terdapat 63 unit percobaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Gando Keta dan Super 2 yang dipanen pada fase berbunga merupakan varietas unggul sorgum dengan kadar gula (% brix) tertinggi yaitu berturut-turut 14,3 % dan 13,7 %.

Keyword: Fenologi, Kadar Gula, Sorgum, Varietas

1. PENDAHULUAN

Sorgum merupakan tanaman yang dapat digunakan sebagai sumber pangan, pakan ternak dan bahan baku industri. Sorgum memiliki prospek yang cukup baik di Indonesia. Upaya diversifikasi pangan berbasis sorgum perlu dilakukan dalam rangka memperkaya sumber bahan makanan pokok untuk mendukung usaha pemerintah dalamantisipasi mengatasi krisis pangan.

Menurut Siregar *et al.* (2016), keunggulan tanaman sorgum yang penting dari aspek budidaya tanaman adalah daya adaptasinya yang luas terhadap kondisi lahan suboptimal seperti lahan masam dan lahan kering. Tanaman sorgum juga cukup toleran terhadap genangan air, dapat berproduksi pada lahan marginal serta relatif tahan terhadap gangguan hama dan penyakit. Sorgum tidak memerlukan teknologi dan perawatan khusus sebagaimana tanaman lain. Oleh karena itu, potensi untuk pengembangan dan budidaya sorgum di Indonesia cukup besar terutama untuk meningkatkan produktivitas lahan marginal dan juga lahan kering.

Sebagai bahan pangan alternatif, sorgum memiliki kandungan nutrisi yang baik, bahkan kandungan proteinnya lebih tinggi daripada beras, yaitu per 100 g sorgum memiliki kalori sebesar 332 cal, protein 11 g, lemak 3,3 g, karbohidrat 73 g. Selanjutnya

bagian tanaman sorgum, batang memberi kontribusi paling besar untuk memproduksi nira sebagai bahan baku bioetanol (Almodares & Hadi, 2009). Batang tanaman sorgum digunakan sebagai penyimpanan energi hasil fotosintat berupa glukosa sehingga batang sorgum mengandung nira yang manis, yang kualitas niranya setara dengan nira tebu (Sirappa, 2003). Nira sorgum dapat digunakan untuk pembuatan etanol, maupun gula (Suparti *et al.*, 2012). Selain itu, sorgum manis memenuhi persyaratan sebagai bahan baku bioetanol, karena budidaya sorgum manis memerlukan input produksi pertanian relatif lebih sedikit dibandingkan tanaman penghasil bioetanol lainnya seperti tebu, aren, singkong dan lain-lain Human *et al.* (2003).

Dengan potensi lahan kering yang dimiliki oleh Provinsi NTB yang sangat besar mencapai 1,84 juta hektar (Suwardji *et al.*, 2002), maka peluang pengembangan sorgum sebagai sumber pangan, bahan bakar dan sumber pakan ternak di NTB sangatlah besar. Potensi sorgum sebagai penghasil bioetanol telah mulai banyak dipertimbangkan sebagai tanaman yang potensial (Pabendon dkk., 2012). Berdasarkan Biba (2013), ubikayu, ubi jalar dan sugu menghasilkan alkohol lebih besar dalam satuan per ton dibandingkan dengan sorgum manis. Namun sorgum manis merupakan terbesar kedua setelah ubijalar untuk menghasilkan etanol dalam satuan ha per tahun dibandingkan dengan ubi kayu, sugu dan tebu.

Tanaman sorgum merupakan tanaman pangan yang sedang digalakkan pemerintah dalam rangka diversifikasi pangan, terutama untuk daerah NTB dengan wilayah kering yang cukup luas yang sesuai untuk ditanami sorgum. Budidaya sorgum, khususnya sorgum manis mengalami pergeseran dari bahan baku pangan dan pakan menjadi bahan baku industri, baik skala kecil maupun skala besar. Menurut Elangovan *et al.* (2013), karakter penting dalam mengidentifikasi genotipe unggul sorgum manis untuk produksi etanol adalah bobot biomas, persen brix nira, volume nira, dan total gula terlarut tinggi.

Kadar gula berbagai genotipe sorgum berbeda beda, sehingga perlu dicari genotipe sorgum dengan kadar gula tinggi. Selain itu perlu diketahui kapan saat tepat batang sorgum dipanen untuk mendapatkan kadar gula tertinggi. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian ini untuk mengevaluasi kadar gula dari 7 genotipe tanaman sorgum Nasional dan Lokal guna mendapatkan genotipe tanaman sorgum yang memiliki kadar gula yang tinggi pada fase perkembangan tanaman yang tepat.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental yang dilakukan di rumah kaca. Percobaan dilaksanakan pada bulan Mei s.d September 2023 di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam percobaan ini meliputi pot (planter bag), cangkul, sekop, roll meter, timbangan analitik, jangka sorong, tali rafia, penggaris, gunting, bambu, portable brix refractometer (Atago, Japan).

Bahan-bahan yang digunakan dalam percobaan ini meliputi pupuk Urea, Phonska NPK, Furadan, Curacron dan 7 genotip tanaman sorgum: Bioguma, Gando Bura, Gando Keta, Samurai, Super 1, Super 2, dan Suri 4.

Rancangan Percobaan

Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap faktorial dengan 2 faktor perlakuan. Faktor pertama berupa 7 genotipe sorgum yang terdiri dari 5 varietas sorgum unggul Nasional: Bioguma, Samurai, Super 1, Super 2, Suri 4, dan 2 varietas sorgum lokal yaitu Gando Bura dan Gando Keta. Faktor kedua yaitu fase perkembangan tanaman yaitu saat muncul daun bendera, saat berbunga dan saat tanaman masak fisiologis. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga terdapat total 63 unit percobaan.

Pelaksanaan Percobaan

Persiapan Benih. Benih yang digunakan adalah benih sorgum varietas Bioguma, Samurai, Super 1, Suri 4, Gando Bura dan Gando Keta. Benih yang ditanam adalah benih bernas, tidak rusak, berwarna cerah, terhindar dari hama dan penyakit.

Persiapan Tempat Percobaan. Penanaman benih dilakukan pada pot-pot percobaan (planter bag) ukuran 15 liter, diameter 30 cm dan dalam 30 cm. Pot diisi tanah seberat 12 kg. Pot diletakkan di rumah kaca pada ruang terbuka dengan sinar matahari penuh. Sebelum penanaman, media diairi sampai jenuh dibiarkan selama 24 jam.

Penanaman. Pada setiap pot percobaan, 2-3 biji sorgum dari 7 varietas tersebut ditanam, setelah biji tumbuh dilakukan penjarangan pada umur 14 hari dengan membiarkan 1 tanaman per pot percobaan. Saat penjarangan ini juga dilakukan penyulaman jika ada pot yang kosong atau tidak ada benih yang tumbuh.

Pemupukan. Pemupukan dilakukan pada 2 minggu setelah tanam sorgum dengan menggunakan pupuk NPK (Ponska) dengan dosis 300 kg/ha (3,6 g/ pot) dan pupuk Urea 100 kg/ha (1,2 g/ pot). Pemupukan urea berikutnya diberikan saat tanaman sorgum berumur 6 minggu dengan dosis yang sama.

Pengairan. Penyiraman dilakukan pada interval 3 hari atau jika tanaman kekeringan maka segera dilakukan pengairan.

Penyiangan gulma. Gulma dibersihkan atau disiangi secara manual dengan dicabut. Penyiangan pertama yang dilakukan pada saat tanaman berumur 14 hari setelah tanam, penyiangan selanjutnya sesuai keperluan.

Parameter Pengamatan

Pengamatan fase perkembangan tanaman. Pengamatan dilakukan dengan mengamati fase perkembangan tanaman sorgum mengikuti skala pertumbuhan (growth stage) yang dikemukakan oleh Vanderlip dan Reeves (1972) saat fase vegetatif akhir yaitu saat muncul daun bendera, berbunga dan saat masak fisiologis.

Pengukuran Kadar Gula (Brix). Pengukuran kadar brix dilakukan mulai dari fase vegetatif maksimum yaitu saat muncul daun bendera, saat berbunga, dan saat masak fisiologis dengan menggunakan portable brix refractometer dengan cara memotong bagian batang tanaman sorgum, pada bagian bawah, tengah dan atas dari ruas batang sorgum, batang diperas untuk diambil niranya kemudian diukur % kadar brixnya dengan menggunakan refractometer. Pengamatan juga dilakukan terhadap komponen pertumbuhan yaitu tinggi tanaman dan diameter batang.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan analisis sidik ragam, dilanjutkan uji BNJ pada taraf nyata 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dan mendapatkan nilai tertinggi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan pada fase perkembangan tanaman dan kadar gula masing-masing varietas yang diuji, serta terdapat interaksi antara varietas dan fase perkembangan tanaman pada kadar gula batang sorgum berbagai varietas yang diuji.

Fase Perkembangan Tanaman

Fase perkembangan tanaman yang diamati pada penelitian ini dimulai dari fase vegetatif terakhir yaitu saat munculnya daun bendera, fase berbunga dan saat tanaman menunjukkan fase masak fisiologis. Diantara varietas yang diuji, varietas lokal Gando Bura dan Gando Keta serta varietas Suri 4 menunjukkan fase perkembangan tanaman tercepat. Munculnya daun bendera diamati berturut turut 54, 54,7 dan 55 hari setelah tanam (hst) pada varietas Gando Bura, Gando Keta dan Suri 4. Ketiga varietas tersebut juga memasuki fase berbunga dan masak fisiologis tercepat. Fase perkembangan tanaman terlama ditunjukkan oleh varietas Super2, Bioguma dan Samurai.

Tabel 1. Umur tanaman mencapai fase pertumbuhan daun bendera, berbunga dan masak fisiologis (hst)

Varietas	Fase	Daun bendera	Berbunga	Masak fisiologis
Bioguma		60,0	65,0	95,0
Gando Bura		54,0	58,3	90,0
Gando Keta		54,7	62,7	89,7
Samurai		59,7	66,0	94,7
Super1		58,0	63,7	93,7
Super 2		60,0	69,0	97,0
Suri 4		55,0	62,7	92,0
LSD		4,27	4,34	3,64
Rata-Rata		57,3	63,9	93,1

Varietas yang diuji pada penelitian ini memiliki kadar gula brix yang berbeda secara signifikan. Gando Keta memiliki kadar brix tertinggi (11,5%), tidak berbeda dengan Super 2 (10,81%) dan Suri 4 (10,22%). Varietas Suri 4 dan Gando Keta yang merupakan varietas sorgum yang diambil bijinya dan diperuntukkan untuk tujuan pangan, bukan merupakan varietas sorgum manis, ternyata juga memiliki kadar gula yang cukup tinggi. Pada penelitian ini, varietas Super 1, Gando Bura dan Bioguma memiliki kadar brix yang lebih rendah, sedangkan varietas Samurai merupakan varietas yang memiliki kadar brix terendah (5,17%). Hal ini menunjukkan bahwa kadar brix sorgum sangat dipengaruhi oleh tipe kultivar (Almodares et al., 2008; Adinurani et al., 2019). Kadar brix batang adalah zat padat terlarut dalam larutan yang sebagian besar sukrosa. Persentase brix merepresentasikan konsentrasi padatan terlarut total yang berkorelasi positif dengan konsentrasi gula total pada nira sorgum (Teixeira et al., 2017). Semakin tinggi kadar brix pada batang sorgum maka semakin manis batang tersebut. Kadar gula yang relatif tinggi pada varietas lokal Gando Keta dan Super 2 yang dikenal sebagai sorgum manis merupakan indikator bahwa kedua genotipe tersebut berpotensi dibudidayakan sebagai sorgum tipe bioetanol.

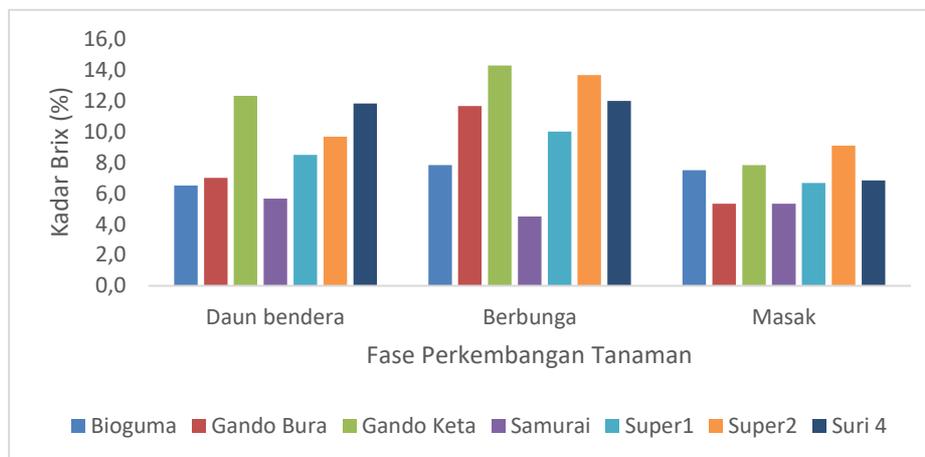
Selain kadar gula, tingginya produksi nira juga dipengaruhi oleh komponen pertumbuhan tanaman seperti tinggi tanaman dan diameter batang. Tinggi tanaman sorgum yang diuji berkisar antara 144 cm hingga 280,4 cm, sedangkan diameter batang berkisar antara 13,2 mm sampai 21,2 cm. Perbedaan karakter agronomi varietas yang diuji ini disebabkan oleh perbedaan respon genetik varietas sorgum terhadap lingkungan (Maftuchah et al., 2021). Diantara varietas yang diuji, varietas Super 2 menunjukkan tinggi tanaman yang secara signifikan lebih tinggi serta diameter batang yang terbesar, tidak berbeda dengan Suri 4. Hal ini akan sangat mendukung produksi nira untuk kebutuhan industri. Tanaman yang tinggi dan memiliki ruas batang yang banyak akan memberikan peluang produksi nira batang yang melimpah untuk produksi bioetanol (Indriatama et al., 2023). Faktor fase perkembangan tanaman juga mempengaruhi tinggi tanaman dan diameter batang. Sesuai dengan hasil penelitian Sriagtula dan Sowmen (2018), pada penelitian ini didapatkan tinggi tanaman yang semakin meningkat seiring dengan meningkatnya perkembangan tanaman, sedangkan diameter batang pada fase muncul daun bendera relatif lebih besar dan cenderung menurun pada fase berbunga dan masak fisiologis.

Tabel 2. Komponen Pertumbuhan dan Kadar Gula Sorgum Berbagai Varietas yang Diuji dan pada Berbagai Fase Perkembangan Tanaman

Varietas	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun	Diameter batang (mm)	Kadar gula (% brix)
Bioguma	257,7	13,1	17,1	7,28
Gando Bura	211,8	11,1	17,3	8,00
Gando Keta	253,9	12,6	15,3	11,50
Samurai	144,0	12,3	13,2	5,17
Super 1	253,3	13,1	16,6	8,39
Super 2	280,4	15,6	20,1	10,81
Suri 4	212,4	11,4	21,2	10,22
LSD	28,4	1,98	6,4	2,28
Daun Bendera	213,9	12,8	18,0	8,79
Berbunga	225,9	12,8	17,1	10,57
Masak fisiologis	251,7	12,8	16,0	6,94
LSD	10,73	ns	ns	1,49

Dari hasil penelitian ini, fase berbunga menunjukkan kadar brix tertinggi (10,57%), diikuti fase muncul daun bendera (8,79%), sedangkan fase masak fisiologis memiliki kadar brix terendah (6,94%). Meningkatnya kadar gula seiring bertambahnya umur tanaman disebabkan oleh semakin banyaknya asimilat yang disimpan di dalam batang tanaman sorgum seiring dengan perkembangan tanaman dan bertambahnya umur tanaman. Namun, setelah tanaman memasuki fase pengisian biji, sebagian asimilat akan ditranslokasikan ke biji sampai akhirnya pengisian biji mencapai maksimum dan tanaman memasuki fase masak fisiologis. Hal tersebut menjadi penyebab turunnya kadar gula pada batang saat tanaman mencapai masak fisiologis. Hal ini sesuai dengan yang ditemukan oleh Hawari et al. (2021) semakin mendekati umur panen, kadar brix cenderung mengalami penurunan sampai umur panen akibat aktivitas enzim invertase pada tanaman. Secara umum, kadar gula pada

batang sorgum akan meningkat seiring dengan bertambahnya umur tanaman sampai fase pematangan biji.



Gambar 1. Kadar gula beberapa varietas sorgum pada fase perkembangan berbeda

Dari hasil penelitian ini, secara umum kadar brix tertinggi pada semua varietas yang diuji diperoleh pada saat fase berbunga, meningkat dibandingkan dengan kadar brix saat fase munculnya daun bendera, sedangkan saat tanaman memasuki masak fisiologis, kadar brix hampir semua varietas yang diuji mengalami penurunan yang cukup signifikan, kecuali varietas Samurai yang tidak menunjukkan perbedaan nyata pada semua fase perkembangan tanaman (Gambar 1). Hal serupa juga ditemukan oleh Sriagtula & Sowmen (2018), dimana jenis sorgum maupun waktu panen juga memberikan pengaruh yang berbeda namun tidak nyata ($P > 0.05$) terhadap kadar gula batang, tetapi terdapat kecenderungan kadar gula pada fase berbunga lebih tinggi dibanding fase soft dough dan hard dough. Sejalan dengan itu, Apliza et al. (2020) menemukan kadar gula batang sorgum tertinggi pada umur 107 hst, kemudian menurun pada saat fase panen. Berbeda dengan hasil dari penelitian ini, Adinurani et al. (2019) menemukan kadar gula dalam batang mencapai maksimal saat tanaman sorgum telah memasuki fase masak fisiologis.

Faktor lingkungan terutama pengairan sangat mempengaruhi kadar gula pada batang sorgum. Kekurangan air menyebabkan batang kekurangan cairan yang berdampak terhadap tingginya konsentrasi gula (sukrosa) pada batang sehingga kadar brix terukur lebih tinggi pada batang. Sebaliknya kandungan air yang tinggi pada batang cenderung mengencerkan konsentrasi sukrosa, penurunan nilai brix dan kemurnian jus. Sebagian besar fotosintat sorgum manis terdistribusi pada batang, sehingga relatif kecil yang terdistribusi ke malai. Dengan demikian, batang merupakan sink utama. Sukrosa merupakan produk utama hasil fotosintesis dan komponen paling besar dalam penyimpanan, terakumulasi dan disalurkan sebagai sumber karbohidrat. Sukrosa yang sebagian besar terakumulasi pada batang sesuai difermentasi menjadi alkohol. Perbedaan utama antara sorgum biji dan sorgum manis adalah akumulasi bobot kering sorgum manis tidak mengalami penurunan, bahkan meningkat pada saat bunting atau pengisian biji. Fakta tersebut membuktikan bahwa sorgum manis mempunyai potensi yang besar digunakan sebagai bahan baku etanol selain tebu (Dhuha dan Zulfa, 2023). Budidaya sorgum manis mengalami pergeseran dari bahan baku pangan dan pakan menjadi bahan baku industri, baik skala kecil maupun skala besar. Menurut Elangovan *et al.* (2013), karakter penting dalam mengidentifikasi

genotipe unggul sorgum manis untuk produksi etanol adalah bobot biomas, persen brix nira, volume nira, dan total gula terlarut tinggi.

Dalam percobaan ini, juga diamati kandungan gula batang pada posisi yang berbeda, yaitu batang bagian bawah (ruas ke 3), tengah (ruas ke 5) dan atas (ruas ke 8) untuk melihat apakah gula terdistribusi secara merata pada seluruh batang tanaman sorgum. Secara umum, kadar gula varietas yang diuji meningkat pada batang sorgum bagian tengah ke atas pada seluruh fase perkembangan tanaman yang diamati. Varietas Super 2 pada fase berbunga memiliki kadar gula 10,3% brix pada batang bagian bawah, kemudian meningkat 12% brix pada batang tengah serta tertinggi pada batang bagian atas sebesar 13,6%. Hal yang sama juga ditemukan oleh Shuklaa et al. (2017)

Tabel 3. Kadar Brix batang bagian bawah, tengah dan atas dari varietas tanaman pada fase pertumbuhan daun bendera, berbunga dan masak fisiologis

Varietas		Bawah	Tengah	Atas
Bioguma	Daun Bendera	4,83	5,83	6,33
	Berbunga	5,33	6,5	7,83
	Masak Fisiologis	7	7	6,5
Gando Bura	Daun Bendera	5,33	5	7
	Berbunga	7,83	9,17	11,67
	Masak Fisiologis	4,17	6,67	5,38
Gando Keta	Daun Bendera	7,67	7,33	12,33
	Berbunga	11,17	14	12,5
	Masak Fisiologis	6,67	7,83	7,0
Samurai	Daun Bendera	5	4,5	5,33
	Berbunga	4	4,33	4,5
	Masak Fisiologis	5	5,33	5
Super 1	Daun Bendera	5,33	6,67	8,5
	Berbunga	7,17	9,67	9,8
	Masak Fisiologis	5,83	6,33	6,5
Super 2	Daun Bendera	5,67	9,67	8,17
	Berbunga	10,33	12	13,6
	Masak Fisiologis	5,77	7,1	9
Suri 4	Daun Bendera	8,17	8,33	11,83
	Berbunga	8	9,33	12
	Masak Fisiologis	5,33	6,50	6,83
Rata-rata		6,46	7,48	8,46

Dari hasil penelitian ini terdapat variasi kadar gula pada varietas yang diuji yang disebabkan oleh perbedaan genetik yang rata-rata berkisar antara 5,17% hingga 11,50% brix. Pemanenan batang pada fase yang berbeda juga menunjukkan perbedaan

kadar gula yang nyata, dimana fase munculnya daun bendera memiliki kadar gula 8,79 % brix, fase berbunga menunjukkan kadar gula tertinggi (10,57 % brix) dan terendah diperoleh pada fase masak fisiologis (6,94 % brix).

Dalam upaya pengembangan sorgum untuk tujuan industri bioetanol perlu terus dicari plasma nutfah yang menunjukkan kadar gula yang tinggi, serta upaya untuk meningkatkan kadar gula dengan perlakuan agronomis atau tindakan pemuliaan tanaman. Apliza et al. (2020) menyatakan bahwa pemberian pupuk silikat dan pupuk kandang mampu meningkatkan kadar gula sorgum dari umur 77 HST sampai 107 HST.

4. KESIMPULAN

Untuk mendapatkan sorgum dengan kadar gula yang tinggi dapat dipilih varietas Gando Keta dan Super 2 dengan waktu panen yang dilakukan pada fase berbunga, dengan kadar gula berturut-turut 14,3 % dan 13,7% brix.

Hasil dari penelitian ini dapat digunakan untuk perakitan varietas unggul sorgum dengan kadar gula yang lebih tinggi dalam rangka pengembangan varietas sorgum untuk tujuan industri sirup dan bioetanol.

5. DAFTAR REFERENSI

1. Adinurani, P.G., Rahayu, S., Budi, L.S. (2019). Potensi Kadar Nira dan Produksi Beberapa Varietas Sorgum Manis (*Sorghum vulgare*) di Lahan Kering Area Hutan sebagai Bahan Baku Bioetanol. *AGRI-TEK* vol 20 no.1: 23-27
2. Almodares, A. & Hadi, M.R. (2009). Production of Bioethanol from Sweet Sorghum: A Review. *African Journal of Agricultural Research*, 4, 772-780
3. Andriani, A., Muzdalifa I. (2013). Morfologi dan fase pertumbuhan sorgum. dalam Sumarno, Damardjati, D.J., Syam, M., Hermanto (Eds). *Sorghum. Inovasi Teknologi dan pengembangan*. IAARD Press
4. Dhuha, N.S., Zulfa, F.I. (2023). Review Karakteristik Sorgum Manis (*Sorghum bicolor* L. Moench) sebagai Bahan Baku Produksi Bioetanol. *Jurnal Teknik Kimia Vokasional* vol 3(2): 39-43
5. Galuh, P.N., Kastono, D., Waluyo, S. (2012). Pertumbuhan dan Hasil Sorgum Manis (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Tanaman Baru dan Raton pada Jarak Tanam Berbeda. *Vegetalika* 1:11-17.
6. Hawari, H., Suwardji, Idris, H. (2021) The Role of Biochar and Combination of Inorganic Fertilizers and Biological Fertilizers in Increasing Yield and Levels of Brix Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) in Dry Land. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(3), 437-442.
7. Hoeman, S. (2012). Prospek dan Potensi Sorgum sebagai Bahan Baku Bioetanol. Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi (PATIR) dan Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN). Jakarta Selatan.
8. Indriatama WM, Puspitasari W, Sasongko WT, Anggraeny YN, Human S, Sihono, Kurniawan W, Sutiyoso, Wulandari YA, Wahyono T (2023) Ciri Agronomi dan Serat Delapan Varian Sorgum sebagai Pakan (Evaluation of Agronomic Characteristics and Fiber of Eight Sorghum Variants as Forage) *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* Vol. 28 (3) 344-351
9. Maftuchah, Febriana, L., Sulistyawati, Reswari, H.A. & Septia, E.D. (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>
10. Pabendon, M.B., Sarungallo, R.S., Mas'ud, S. (2012). Pemanfaatan Nira Batang, Bagas, dan Biji Sorgum Manis sebagai Bahan Baku Bioetanol. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 31 (3): 1-8.
11. Pabendon, M.B., Mas'ud, S., Sarungallo, R.S., Nur, A. (2012). Penampilan Fenotipik dan Stabilitas Sorgum Manis untuk Bahan Baku Bioetanol. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 30 (1):60-69.
12. Rahayu, M., Samanhudi, S., Wartoyo, W. (2015). Uji adaptasi beberapa varietas sorgum manis di lahan kering wilayah Jawa Tengah dan Jawa Timur. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 27(1), 53-62.
13. Sari, I.I.D., Anugrahwati, D.R., Zubaidi, A. (2021). Evaluasi Karakter Kuantitatif Beberapa Varietas sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) dan Korelasi antar Karakter Kuantitatif dengan Hasil. *Jurnal Ilmiah Agroekoteknologi*. Vol 1(12)
14. Sirappa, M.P. (2003). Prospek pengembangan sorgum di Indonesia sebagai komoditas alternatif untuk pangan, pakan, dan industri. *Jurnal Litbang Pertanian*, 22(4).
15. Siregar, N., Irmansyah, I., Mariati. (2016). Pertumbuhan dan Produksi Sorgum Manis (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) terhadap Pemberian Mulsa dan Bahan Organik. *Jurnal Agroteknologi*. Vol.4(3).
16. Sriagtula R & Sowmen S (2019) Evaluasi Pertumbuhan dan Produktivitas Sorgum Mutan Brown Midrib (*Sorghum bicolor*L. Moench) Fase Pertumbuhan Berbeda sebagai Pakan Hijauan pada Musim Kemarau di Tanah Ultisol. *Jurnal Peternakan Indonesia* Vol. 20 (2): 130-144

17. Subagio, H., Aqil, M. (2014). Perakitan dan Pengembangan Varietas Unggul Sorgum untuk Pangan, Pakan dan Bioenergi. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Sulawesi Selatan. Maros.
18. Tabri, F., Zubachtirodin. (2013). Budi Daya Tanaman Sorgum. Balai Penelitian Tanaman Serelia.
19. Talanca, A.H., Andayani, N.N. (2013). Perkembangan Perakitan Varietas Sorgum di Indonesia. Balai Penelitian Tanaman Serealia
20. Tarigan, J.L., Zuhry, E., Nurbaiti. (2015). Uji Daya Hasil Beberapa Genotipe Sorgum Manis (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Koleksi Batan. Jurnal Jom Faperta. Vol. 2(1).
21. 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>
22. Vanderlip, R.L. and Reeves, H.E. (1972). Growth Stages of Sorghum [*Sorghum bicolor*, (L.) Moench.]. *Agronomy Journal*, 64, 13-16