

**AGROSAINSTEK****Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian**Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>**Research Article****Observasi Keragaan Ukuran Benih, Endosperma, dan Embrio Genotipe Padi Tropis (*Oryza sativa* L.) dengan *Image Analysis******Observation Size of Seed, Endosperm, and Embryo of Tropical Rice (*Oryza sativa* L.) with Image Analysis Approach*****Ahmad Rifqi Fauzi^{1*}, Ahmad Junaedi², Iskandar Lubis², Munif Ghulamahdi²,
Hajrial Aswidinnoor²**¹*Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Bioindustri, Universitas Trilogi. Jl. TMP. Kalibata No.4, RT.4/RW.4, Duren Tiga, Kec. Pancoran, Jakarta, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12760.*²*Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680*

Received: December 18, 2022 /Received in revised : July 16, 2024/ Accepted: July 27, 2024

ABSTRACT

Rice is important staple food in the world. One important input in rice production is seed vigor, is determined by seed characteristics such as seed size and shape. The Digital image processing could facilitate observations of seed size faster, large samples, produce accurate, and robust data. However, this study was designed to investigate size of seed, endosperm and embryo of 55 tropical rice genotypes using image analysis and correlation analysis between characters. A total of 400 seeds, 40 endosperms, and 8 embryos containing each genotype were investigated for their size characteristics. The results of the investigation showed that genotype differences had a significant effect on size of seed, endosperm and embryo. The length of tropical rice seeds is included in the medium-very long seeds and has a significant positive correlation ($\alpha < 0.01$) with the weight of 1000 grain grains, seed area, shape of the seed (length-to-width ratio), and endosperm length. Embryo size characters (length, width, area, and circumference) have a significant positive correlation ($\alpha < 0.05$) with seed area. The results can be considered in the crop improvement of tropical rice plants in the future.

Keywords: *Embryo size; Endosperm; Image analysis; Rice; Seed size.***ABSTRAK**

Beras merupakan salah satu makanan pokok penting di dunia. Salah satu input penting dalam produksi beras adalah tersedianya benih dengan vigor baik yang salah satunya ditentukan oleh karakteristik benih seperti ukuran dan bentuk benih. Pendekatan pengolahan citra dengan teknologi digital telah dapat memudahkan pengamatan non destruktif ukuran benih (seed size) dalam waktu yang cepat dan ukuran yang besar serta menghasilkan data yang akurat dan kuat. Penelitian ini dirancang untuk menyelidiki karakter ukuran benih, endosperma, dan embrio dari 55 genotipe padi tropis menggunakan pendekatan analisis gambar serta analisis hubungan antar karakter. Sebanyak 400 benih berisi, 40 endosperma, dan 8 embrio dari setiap genotipe diambil untuk diselidiki karakter ukurannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan genotipe berpengaruh signifikan terhadap ukuran benih, endosperma, dan embrio. Ukuran panjang benih padi tropis termasuk dalam benih berukuran sedang-sangat panjang dan memiliki korelasi yang signifikan positif ($\alpha < 0.01$) dengan bobot 1000 butir gabah, luas benih, bentuk benih (length-to-width ratio), dan panjang endosperma. Karakter ukuran embrio (panjang, lebar, luas, dan keliling) berkorelasi signifikan positif ($\alpha < 0.05$) dengan luas benih. Informasi dari hasil penelitian ini dapat menjadi pertimbangan dalam perbaikan tanaman padi tropis di masa mendatang.

Kata kunci: *Analisis gambar; Embrio; Endosperma; Padi; Ukuran benih.*

*Korespondensi Penulis.

E-mail : rifqi@trilogi.ac.id (A R Fauzi)DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v8i2.442>

1. Pendahuluan

Padi merupakan salah satu bahan makanan pokok terbesar di dunia selain gandum dan jagung. Jumlah produksi padi secara global mencapai 759.6 juta ton pada tahun 2017, dimana 90.4% diantaranya diproduksi di Asia (FAO 2018). Peningkatan populasi dunia akan mencapai 9.8 milyar penduduk tahun 2050 (Umesh *et al.* 2019). Hal ini diduga akan membutuhkan peningkatan produktivitas padi sebesar 30% agar dapat memenuhi permintaan global (Alexandratos dan Bruinsma 2012). Produksi padi salah satunya dapat diukur dari karakter bobot gabah berkorelasi positif dengan ukuran gabah atau benih (Xu *et al.* 2015). Ukuran benih juga merupakan salah satu indikator penting dari mutu benih yang berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif dan sering dihubungkan dengan hasil tanaman (Kesavan *et al.* 2013; Ambika *et al.* 2014). Oleh karena itu, ukuran gabah ataupun benih merupakan sebuah karakter penting bagi pemulia tanaman dalam upaya perbaikan tanaman padi.

Metode pengukuran benih yang tepat dan cepat sangat dibutuhkan untuk seleksi dalam menentukan ukuran benih. Pengukuran secara manual dianggap memiliki keterbatasan dalam hal jumlah data, kualitas pengukuran (akurasi), serta keragaman data bentuk benih yang dapat dikumpulkan (Tanabata *et al.* 2012; Baek *et al.* 2020). Pendekatan melalui analisis gambar (*image analysis*) telah menjadi salah satu pilihan teknologi yang banyak dimanfaatkan karena lebih cepat, lebih konsisten, akurat dan mudah serta berbiaya rendah dan lebih kuat (Herridge *et al.* 2011; Lurstwut dan Pornpanomchai 2017). Beberapa tahun terakhir, telah banyak peneliti menggunakan pendekatan tersebut (Golpour *et al.* 2014; Jamil *et al.* 2017; Lustwurt&Pornpanomchai, 2017; Baek *et al.* 2020). Pemanfaatan teknologi *image analysis* ini membantu dalam menyediakan informasi terkait keragaman ukuran benih. Informasi tersebut dapat menjadi pertimbangan dalam program pemuliaan tanaman khususnya padi.

Indonesia telah menjadi salah satu pusat keragaman genetik (*center of diversity*) padi (*Oryza sativa* L.) terbesar di dunia (Sitaresmi *et al.* 2013). Agroekologi padi yang banyak tumbuh di Indonesia merupakan jenis padi tropis (*Indica* dan *Javanica/Sub-Japonica*) (Sitaresmi *et al.* 2013). Namun demikian, Informasi mengenai keragaan ukuran benih, endosperma, dan embrio padi tropis masih terbatas. Observasi mengenai karakter-karakter ukuran benih padi terutama untuk padi tropis diperlukan sebagai informasi awal untuk pengembangan program pemuliaan tanaman padi. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah

observasi karakter-karakter ukuran benih, endosperma, dan embrio melalui pendekatan *image analysis* serta analisis keterkaitan antara karakter panjang, lebar, luas, keliling dan bentuk (rasio panjang-lebar).

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada September-Desember 2019. Pengamatan dilakukan di Laboratorium Mikroteknik, Departemen Agronomi dan Hortikultura, IPB University. Material genetik padi diambil dari kebun percobaan Sawah Baru – IPB University, di desa Babakan, Dramaga, Bogor (6°33'52.7"S 106°44'06.4"E).

Sebanyak 50 Genotipe padi hasil program pemuliaan IPB diperoleh dengan mengambil 6 rumpun padi setiap genotipe yang ditanam pada bulan April-Mei 2019 dan periode panen bulan Agustus-September 2019. Malai padi dikeringkan di bawah sinar matahari selama 3-5 hari. Setelah malai kering, gabah dirontokkan secara manual dan selanjutnya dipisahkan antara gabah isi dengan gabah hampa dengan menggunakan *blower* pemilah benih. Benih isi hasil pemilahan selanjutnya dijadikan sampel untuk pengukuran benih. Pengukuran juga dilakukan terhadap varietas nasional yang diperoleh dari BB Padi Muara, Bogor yaitu Ciherang, Inpari 33, Jatiluhur, serta dari Kebun Percobaan Sawah Baru, Dramaga yaitu IPB 3S, dan IPB 8G. Daftar genotipe tersaji pada Tabel 1.

Pengamatan terhadap karakter-karakter yang dibutuhkan untuk menentukan ukuran benih padi dilakukan melalui pengukuran langsung. Peubah bobot 1000 benih (g) diukur secara manual. Ukuran benih dan endosperma yaitu panjang (L), lebar (W), luas (A), keliling (P) dan rasio panjang-lebar (LWR) dalam mm. Seluruh karakter diukur menggunakan perangkat lunak (*software*) *SmartGrain* (SG). SG merupakan *software* yang dikembangkan oleh Tanabata *et al.* (2012) dari *National Institute of Agrobiological Science*, Tsukuba, Jepang. Basis data yang digunakan adalah RGB (*red, green, blue*). Pengukuran endosperma mengikuti prosedur pengukuran gabah dengan menggunakan perangkat lunak SG. Setiap genotipe diambil 40 gabah yang telah diukur sebelumnya. Kulit gabah (*hull*) dibuka dan endosperma diambil untuk kemudian dipindai dengan menggunakan *Scanner Canon tipe G3010 series* (resolusi 600 dpi). Hasil pindaian disimpan dalam bentuk JPEG dan TIFF/*tagged image file format* (4960 x 7015 pixels) untuk selanjutnya dilakukan pengukuran melalui aplikasi SG. Skala yang digunakan sebesar 0.030 mm/pixel (hasil kalibrasi dengan pengukuran manual). Sistem SG akan mendeteksi gabah-gabah

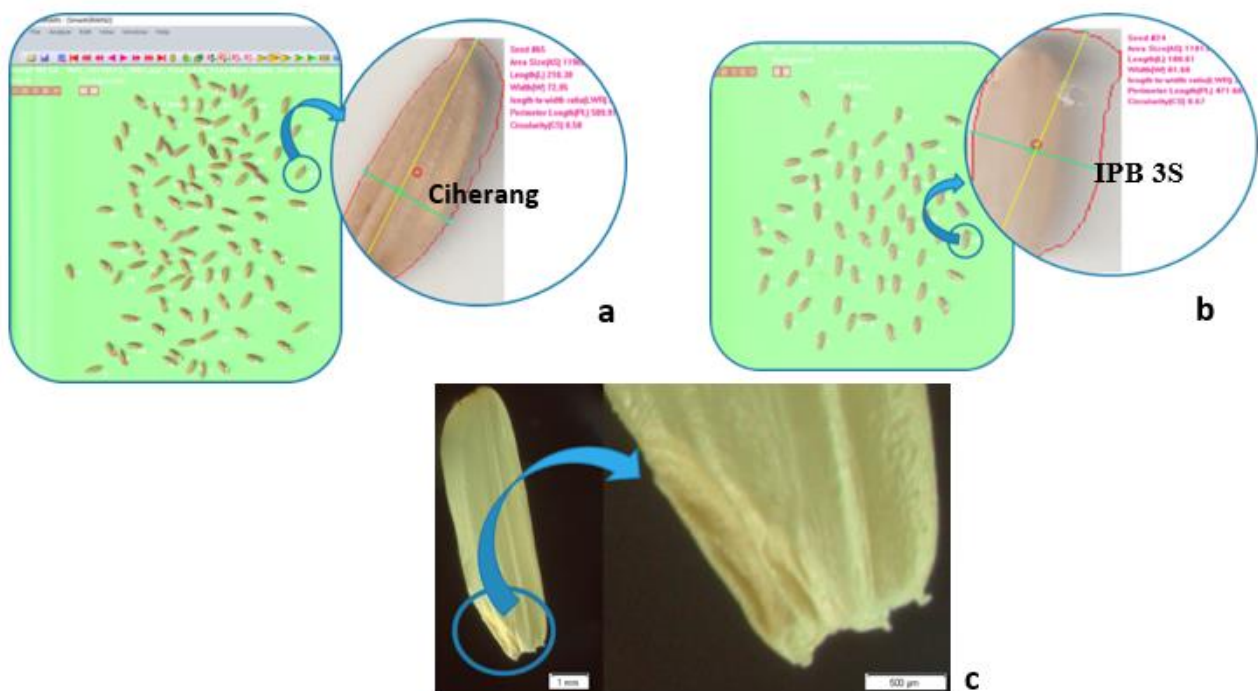
sesuai dengan warna dasar yang digunakan untuk pengukuran.

Sebanyak 400 benih dan 40 endosperma (masing-masing terbagi menjadi 3 ulangan) dari setiap genotipe diambil dan dipindai menggunakan *Scanner Canon* tipe *G3010 series* (resolusi 600 dpi) dan disimpan dalam bentuk *joint photographic expert group* (JPEG) atau *tagged image file format* (TIFF; 4960 x 7015 pixels). Hasil pindaian tersebut digunakan untuk melakukan pengukuran pada aplikasi SG. Skala yang digunakan sebesar 0.030 mm/pixel (hasil kalibrasi dengan pengukuran manual). *Screening* bentuk (LW Ratio) juga dilakukan oleh sistem sesuai dengan tingkat ketelitian yang diinginkan. Visualisasi metode pengukuran karakter ukuran benih dan endosperma tersaji pada Gambar 1.

Delapan endosperma yang telah diukur, selanjutnya digunakan untuk pengukuran embrio. Kriteria endosperma yang digunakan adalah berwarna putih, memiliki embrio, dan tidak patah. Visualisasi embrio dilakukan dengan menggunakan

mikroskop *Olympus BX 51 series* pada perbesaran 1.25x, sedangkan pengukurannya menggunakan aplikasi *DP2-BSW* dari Olympus Corporation. Pengukuran panjang dan lebar embrio dilakukan dengan menarik garis lurus antara dua titik dengan ukuran terpanjang. Keliling dan luas embrio diukur dengan menarik garis *rectangle* di setiap titik mengikuti bentuk embrio yang tampak pada tampilan mikroskop. Seluruh peubah pengamatan diamati pada skala 500 μ m (0.5 mm) dan resolusi 2560 x 1920 pixels. Karakter ukuran embrio yang diamati yaitu panjang (mm), lebar (mm), luas (mm²), dan keliling (mm). Tampilan pengukuran karakter ukuran embrio disajikan pada Gambar 1c.

Seluruh data percobaan akan ditampilkan dalam nilai rata-rata. Analisis ragam dan analisis korelasi karakter ukuran benih, endosperma, dan embrio dilakukan menggunakan perangkat lunak *Statistic Tools of Agriculture Research* (STAR) v3.2 dari IRRI (<http://bbi.irri.org/products>).



Gambar 1. Contoh tampilan pengukuran karakter ukuran dan bentuk benih, endosperma, dan embrio padi:
a. Pengukuran benih padi menggunakan aplikasi SmartGrain, b. Pengukuran endosperma padi menggunakan aplikasi SmartGrain, c. Pengukuran embrio padi menggunakan mikroskop Olympus BX-51

Tabel 1. Daftar Genotipe padi untuk penelitian ukuran benih, endosperma, dan embrio

No	Genotipe	No	Genotipe	No	Genotipe
1	IPB187-F-101-2-1	20	IPB189-F-31-1-2	39	IPB194-F-41-1-1
2	IPB187-F-102-1-1	21	IPB189-F-35-1-1	40	IPB194-F-41-1-2
3	IPB187-F-37-1-3	22	IPB189-F-42-1-1	41	IPB194-F-50-1-3
4	IPB187-F-41-2-1	23	IPB189-F-6-2-3	42	IPB194-F-58-3-3
5	IPB187-F-43-1-1	24	IPB190-F-10-3-1	43	IPB194-F-62-1-2
6	IPB187-F-45-1-1	25	IPB190-F-12-1-2	44	IPB194-F-65-2-2
7	IPB187-F-46-2-2	26	IPB190-F-17-1-2	45	IPB194-F-65-2-3
8	IPB187-F-46-2-3	27	IPB191-F-17-2-3	46	IPB194-F-68-1-3
9	IPB187-F-49-1-2	28	IPB191-F-24-2-1	47	IPB194-F-70-1-3
10	IPB187-F-52-2-2	29	IPB191-F-27-1-3	48	IPB194-F-92-3-1
11	IPB187-F-5-2-3	30	IPB193-F-17-2-3	49	IPB194-F-93-1-1
12	IPB187-F-55-2-1	31	IPB193-F-18-1-1	50	IPB194-F-96-2-1
13	IPB187-F-68-3-2	32	IPB193-F-19-1-3	51	CIHERANG
14	IPB187-F-74-1-3	33	IPB193-F-20-1-3	52	JATILUHUR
15	IPB187-F-75-1-3	34	IPB193-F-38-2-1	53	INPARI 33
16	IPB187-F-76-1-1	35	IPB194-F-36-2-3	54	IPB3S
17	IPB187-F-85-1-1	36	IPB194-F-40-2-1	55	IPB8G
18	IPB187-F-88-1-2	37	IPB194-F-40-2-2		
19	IPB189-F-18-2-1	38	IPB194-F-40-2-3		

3. Hasil

Karakter benih

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan genotipe berpengaruh sangat signifikan terhadap ukuran benih ($P \text{ value} < 0.001$). Hasil pengukuran menggunakan metode *image analysis* dengan aplikasi SG menunjukkan bahwa benih padi tropis memiliki ukuran rata-rata panjang 7,24 mm, lebar 2,44 mm, keliling 17,57 mm, luas 13,73 mm² dan bentuk (LWR) 3,02 (Tabel 2). Keragaan ukuran dan bentuk benih dari masing-masing genotipe dapat dilihat pada Gambar 2. Sebanyak 5 karakter ukuran benih pada 50 galur F8 hasil program pemuliaan IPB University yang diuji memiliki ukuran benih yang lebih besar ($\bar{X} = 13,85 \text{ mm}^2$) dan lebih panjang ($\bar{X} = 7,30 \text{ mm}$) dibandingkan lima varietas nasional yang diuji. Sedangkan hasil penyelidikan terhadap lima varietas nasional menunjukkan bahwa kelompok padi sawah (Ciherang, INPARI 33, dan IPB 3S) memiliki ukuran benih lebih panjang dibandingkan kelompok padi gogo (Jatiluhur dan IPB 8G) (Gambar 2a). Mengacu pada Panduan Sistem Karakterisasi dan Evaluasi Tanaman Padi (IRRI 2002), benih varietas padi sawah tergolong benih berukuran panjang sedangkan benih varietas padi gogo tergolong benih berukuran sedang.

Karakter Ukuran Endosperma

Endosperma merupakan jaringan yang menyimpan cadangan makanan yang akan digunakan untuk metabolisme dalam proses perkecambahan dan pembentukan bibit (*seedling establishment*) pada sebagian besar tanaman sereal. Berdasarkan hasil analisis ragam (Tabel 3) menunjukkan bahwa perbedaan genotipe berpengaruh terhadap ukuran endosperma ($P \text{ value} < 0.001$). Hasil pengukuran dengan metode *image analysis* didapatkan bahwa rata-rata ukuran panjang, lebar, keliling, luas dan *LW ratio* yaitu 5.6 mm, 2.3 mm, 14.3 mm, 10.2 mm², dan 2.5 (Tabel 3). Ukuran endosperma 50 galur padi F8 lebih besar ($\bar{X} = 10.29 \text{ mm}^2$) dan lebih panjang ($\bar{X} = 5.63 \text{ mm}$) dibandingkan lima varietas pembanding (Gambar 2a, b). Akan tetapi terdapat hal menarik pada karakter lebar, empat varietas pembanding (Ciherang, Jatiluhur, IPB 3S, dan IPB 8G) memiliki endosperma yang lebih lebar dibandingkan lebar rata-rata endosperma genotipe F8 yang diuji. Hasil yang sama juga ditemukan pada karakter lebar benih dan lebar embrio. Perbedaan ukuran endosperma selain karena faktor genetik, dipengaruhi juga oleh suhu lingkungan dimana luas endosperma pada suhu tinggi di malam hari lebih kecil 10% dibanding pada kondisi suhu normal (Morita *et al.* 2005).

Tabel 2. Hasil pengukuran terhadap karakter ukuran dan bentuk benih dari 55 genotipe padi

Karakter Benih	Min	Maks	Rata-rata	<i>P-value</i>	Sig.	KK (%)
Panjang (mm)	6.182	8.057	7.240 ± 0.107	< 0.01	***	3.32
Lebar (mm)	2.121	2.796	2.442 ± 0.054	< 0.01	***	1.59
Keliling (mm)	15.069	19.012	17.569 ± 0.257	< 0.01	***	2.64
Luas (mm ²)	10.154	16.040	13.729 ± 0.385	< 0.01	***	1.61
LWR	2.398	3.459	3.018 ± 0.226	< 0.01	***	3.11

Keterangan : hasil pengukuran dengan aplikasi SmartGrain pada skala 0.030 mm. ***berpengaruh signifikan pada taraf kesalahan $\alpha < 0.1$ %; Sig. = signifikansi; KK = koefisien keragaman; LWR = length to width ratio

Tabel 3. Hasil pengukuran terhadap karakter ukuran dan bentuk endosperma dari 55 genotipe padi

Karakter	Min	Maks	Rata-rata	<i>P-value</i>	Sig.	KK (%)
Panjang (mm)	4.870	6.005	5.593 ± 0.073	< 0.01	***	3.05
Lebar (mm)	2.006	2.500	2.265 ± 0.061	< 0.01	***	1.77
Keliling (mm)	13.087	15.313	14.285 ± 0.173	< 0.01	***	3.12
Luas (mm ²)	8.790	11.674	10.230 ± 0.257	< 0.01	***	1.54
LWR	2.031	2.795	2.518 ± 0.155	< 0.01	***	4.54

Keterangan : hasil pengukuran dengan aplikasi SmartGrain pada skala 0.030 mm. ***berpengaruh signifikan pada taraf kesalahan $\alpha < 0.1$ %; Sig. = signifikansi; KK = koefisien keragaman

Tabel 4. Hasil pengukuran terhadap karakter ukuran embrio dari 55 genotipe padi

Karakter	Min	Maks	Rata-rata	<i>P-value</i>	Sig.	KK (%)
Panjang (mm)	1.279	1.901	1.647 ± 0.055	< 0.01	***	4.48
Lebar (mm)	0.391	0.806	0.548 ± 0.057	< 0.01	***	13.76
Keliling (mm)	3.135	4.621	3.965 ± 0.648	< 0.01	***	4.86
Luas (mm ²)	0.422	0.979	0.677 ± 0.140	< 0.01	***	14.65

Keterangan : hasil pengamatan pada mikroskop Olympus BX-51 pada perbesaran 1.25x dan pengukuran dengan aplikasi DP2-BSW pada skala 0.5 mm. ***berpengaruh signifikan pada taraf kesalahan $\alpha < 0.1$ %; Sig. = signifikansi; KK = koefisien keragaman

Karakter Ukuran Embrio

Hasil pengukuran terhadap karakter embrio menunjukkan bahwa perbedaan genotipe memberikan pengaruh signifikan terhadap ukuran embrio (*P value* < 0.001). Pengukuran embrio dari 55 genotipe melalui aplikasi diperoleh gambaran ukuran rata-rata panjang, lebar, keliling dan luas embrio dengan rata-rata, masing-masing, 1.65 mm, 0.55 mm, 3.96 mm, dan 0.68 mm² (Tabel 4). Hal yang sama juga terjadi pada karakter lebar embrio, dimana rata-rata lebar embrio genotipe lebih lebar jika dibandingkan varietas Ciherang dan Jatiluhur.

Korelasi karakter ukuran benih, endosperma, dan embrio

Bobot 1000 butir merupakan salah satu komponen penting untuk mengukur hasil produksi gabah padi di lapangan. Oleh karenanya, komponen ini dijadikan salah satu variabel untuk analisis hubungannya dengan karakter-karakter ukuran

benih, endosperma, dan embrio. Hasil korelasi menunjukkan bahwa empat karakter (panjang, lebar, keliling, dan bentuk) benih dan endosperma berkorelasi signifikan ($\alpha < 0.05$) dengan bobot 1000 butir gabah. Sedangkan karakter ukuran embrio tidak berkorelasi signifikan (Tabel 5).

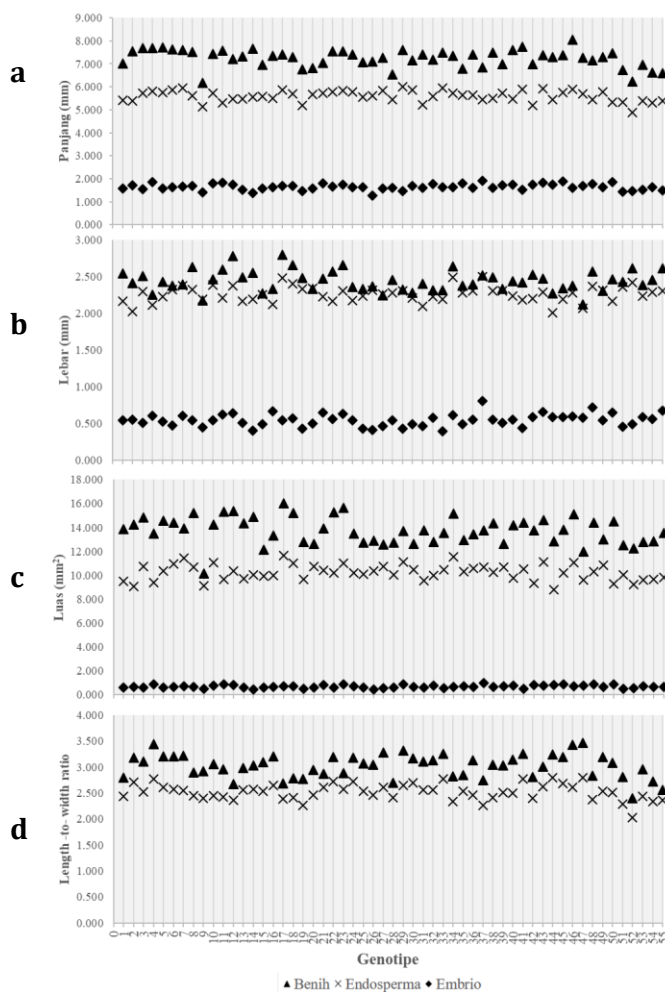
Korelasi antar karakter ukuran benih (Tabel 5) menggambarkan bahwa karakter luas benih berkorelasi signifikan positif ($\alpha < 0.01$) dengan karakter panjang, lebar, dan keliling benih. Hal ini dapat dipahami bahwa benih yang panjang selalu berasosiasi dengan benih yang lebih besar. Temuan yang menarik dari analisis korelasi ini yaitu adanya korelasi signifikan ($\alpha < 0.01$) antara LS dan LWR (koefisien korelasi (KK) 0.682) dengan WS dan LWR (KK -0.688). Yin *et al.* (2015) telah menyelidiki 215 galur inbrida (RIL) hasil persilangan padi tipe *japonica* dengan tipe *indica* yang juga menggunakan metode *image analysis* melaporkan bahwa rasio panjang-lebar (bentuk) benih akan meningkat dengan penambahan panjang namun berbanding terbalik dengan penambahan lebar.

Tabel 5. Koefisien korelasi *Pearson* antar karakter ukuran benih, endosperma, dan embrio dengan bobot 1000 butir benih padi

	B1000	AS	LS	WS	PS	LWR	AEn	LEn	WEn	PEn	LWREn	AEm	LEm	WEm	PEm
B1000	1.000														
AS	0.321*	1.000													
LS	0.536**	0.686**	1.000												
WS	-0.091	0.731**	0.04	1.000											
PS	0.512**	0.815**	0.966**	0.238	1.000										
LWR	0.425**	-0.039	0.682**	-0.688**	0.517**	1.000									
Aen	0.517**	0.444*	0.363**	0.243	0.428**	0.063	1.000								
Len	0.627**	0.333*	0.628**	-0.181	0.615**	0.581**	0.747**	1.000							
Wen	0.077	0.219	-0.213	0.516**	-0.107	-0.55**	0.676**	0.092	1.000						
Pen	0.607**	0.342*	0.558**	-0.079	0.552**	0.45**	0.824**	0.934**	0.315*	1.000					
LWREn	0.386**	0.049	0.599**	-0.545**	0.505	0.845**	0.004	0.631**	-0.698**	0.415**	1.000				
Aem	-0.083	0.306*	0.227	0.117	0.268	0.077	0.086	0.166	0.033	0.104	0.118	1.000			
Lem	0.08	0.303*	0.227	0.084	0.275*	0.094	0.058	0.184	-0.065	0.117	0.209	0.811**	1.000		
Wem	-0.154	0.326*	0.044	0.323*	0.116	-0.191	0.038	-0.054	0.137	-0.082	-0.123	0.749**	0.662**	1.000	
Pem	0.039	0.277*	0.213	0.065	0.251	0.098	0.017	0.156	-0.078	0.096	0.202	0.853**	0.982**	0.696**	1.000

Keterangan : * berkorelasi signifikan pada taraf kesalahan $\alpha < 5\%$; ** berkorelasi signifikan pada taraf kesalahan $\alpha < 1\%$

B1000 = Bobot 1000 butir benih; AS = luas benih; LS = panjang benih; WS = lebar benih; PS = keliling benih; LWR = rasio panjang-lebar benih; AEn = luas endosperma; LEn = panjang endosperma; WEn = lebar endosperma; PEn = keliling endosperma; LWREn = rasio panjang-lebar endosperma; AEm = luas embrio; LEm = panjang embrio; WEm = lebar embrio; PEm = keliling embrio



Gambar 2. Keragaan ukuran benih, endosperma, dan embrio 55 genotipe padi (a) panjang, (b) lebar, (c) luas, dan (d) rasio panjang/lebar (LWR)

Karakter panjang endosperma memiliki korelasi yang paling kuat (koefisien korelasi (KK) 0.627) dengan bobot 1000 butir diikuti oleh keliling endosperma dan panjang benih, serta bentuk benih dan endosperma (Tabel 5). Hasil ini memberikan informasi bahwa bobot gabah sebagian besar dikontribusikan oleh ukuran endosperma. Panjang endosperma berkorelasi positif dengan luas, panjang, keliling, dan bentuk benih. Lebar endosperma hanya berkorelasi signifikan dengan lebar benih (KK 0.516) dan bentuk benih (KK (-) 0.55) serta luas endosperma (KK 0.676). Hasil ini mengindikasikan bahwa pengisian gabah dipengaruhi oleh ukuran benih sebagai *sink* dari hasil fotosintat.

Karakter luas benih berkorelasi signifikan dan positif dengan seluruh karakter ukuran embrio dan begitu juga dengan antar karakter embrio saling berkorelasi satu sama lain dengan hubungan yang positif. Panjang embrio memiliki korelasi yang kuat dengan keliling embrio (KK 0.982), diikuti dengan luas embrio (KK 0.811). Sedangkan untuk lebar

embrio memiliki korelasi kuat dengan luas embrio (KK 0.749), selanjutnya berkorelasi positif dengan keliling embrio dan panjang embrio. Temuan menarik dari korelasi ini adalah, adanya korelasi signifikan antara lebar embrio dan lebar benih yang menandakan adanya indikasi bahwa lebar embrio memiliki hubungan positif dengan lebar benih dan saling berpengaruh satu sama lain.

4. Pembahasan

Pendekatan analisis gambar dengan menggunakan teknologi informasi telah menjadi suatu pendekatan yang berkembang pesat pada penelitian bidang pertanian. Kecepatan pengoperasian, keakuratan, serta kekuatan data yang dihasilkan menjadi keunggulan dari pendekatan ini sehingga dapat memberikan kemudahan bagi para peneliti dalam menganalisis setiap fenomena yang terjadi dengan biaya yang terjangkau. Pengamatan non destruktif terhadap karakter fisik benih padi seperti ukuran dan bentuk dengan menggunakan pengolahan citra (*image processing*) seperti pada penelitian ini telah membantu dalam rangka observasi keragaan benih padi dalam jumlah banyak dan waktu yang cepat. Secara umum, para peneliti menggunakan pendekatan pengolahan citra pada benih untuk beberapa tujuan diantaranya identifikasi, kontrol kualitas, serta evaluasi perkecambahan (Lurstrut dan Pornpanomchai 2017).

Ukuran dan bentuk gabah atau benih merupakan faktor penting pada sortasi dan *grading* baik untuk kebutuhan pasar maupun pengembangan mesin (Firatligil-Durmuş *et al.* 2010) untuk tanam, panen, maupun pascapanen. Variasi karakter ukuran benih penelitian ini selaras dengan laporan (Huang *et al.* 2013) yang menyebutkan bahwa panjang dan bentuk benih padi dapat memberikan variasi yang lebih besar dibandingkan karakter lebar benih pada genotipe yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *image analysis* untuk pengukuran karakter fisik benih dapat menjadi pendekatan yang bermanfaat dan cepat. Ukuran dan bentuk benih selain menjadi parameter yang digunakan untuk menganalisis biodiversitas tanaman (Cervantes *et al.* 2016) juga menjadi indikator fisik penting dari kualitas benih dimana dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman (Ambika *et al.* 2014), serta berdampak besar terhadap *market value* dari produk benih di pasar (Huang *et al.* 2013).

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa interval ukuran empat karakter embrio padi lebih besar jika dibandingkan dengan ukuran benih dan endosperma. Hal ini terdapat indikasi adanya variasi yang lebih luas dari karakter embrio. Jika

- Huang R, Jiang L, Zheng J, Wang T, Wang H, Huang Y, Hong Z. 2013. Genetic bases of rice grain shape: So many genes, so little known. *Trends Plant Sci.* 18(4):218–226. doi:10.1016/j.tplants.2012.11.001.
- Jamil M, Ali A, Ghafoor A, Akbar KF, Napar AA, Naveed NH, Yasin NA, Gul A, Mujeeb-Kazi A. 2017. Digital image analysis of seed shape influenced by heat stress in diverse bread wheat germplasm. *Pakistan J Bot.* 49(4):1279–1284.
- Kesavan M, Song JT, Seo HS. 2013. Seed size: A priority trait in cereal crops. *Physiol Plant.* 147(2):113–120. doi:10.1111/j.1399-3054.2012.01664.x.
- Lurstawut B, Pornpanomchai C. 2017a. Image analysis based on color, shape and texture for rice seed (*Oryza sativa* L.) germination evaluation. *Agric Nat Resour.* 51(5):383–389. doi:10.1016/j.anres.2017.12.002.
- Lurstawut B, Pornpanomchai C. 2017b. Image analysis based on color, shape and texture for rice seed (*Oryza sativa* L.) germination evaluation. *Agric Nat Resour.* 51(5):383–389. doi:10.1016/j.anres.2017.12.002.
- Morita S, Yonemaru JI, Takanashi JI. 2005. Grain growth and endosperm cell size under high night temperatures in rice (*Oryza sativa* L.). *Ann Bot.* 95(4):695–701. doi:10.1093/aob/mci071.
- Nagasawa N, Hibara KI, Heppard EP, Vander Velden KA, Luck S, Beatty M, Nagato Y, Sakai H. 2013. GIANT EMBRYO encodes CYP78A13, required for proper size balance between embryo and endosperm in rice. *Plant J.* 75(4):592–605. doi:10.1111/tpj.12223.
- Pandey MP, Seshu DV, Akbar M. 1994. Genetics of embryo size and its relationship with seed and seedling vigour in rice (*Oryza sativa* L.). *Indian J Genet Plant Breed.* 54(3):258–268.
- Ren D, Wang X, Yang M, Yang L, He G, Deng XW. 2019. A new regulator of seed size control in Arabidopsis identified by a genome-wide association study. *New Phytol.* 222(2):895–906. doi:10.1111/nph.15642.
- Sitairesmi T, Wening RH, Rakhmi AT, Yunani N, Susanto U. 2013. Pemanfaatan Plasma Nutfah Padi Varietas Lokal dalam Perakitan Varietas Unggul. *Iptek Tan Pangan.* 8(1):22–30.
- Tanabata T, Shibaya T, Hori K, Ebana K, Yano M. 2012. SmartGrain: High-throughput phenotyping software for measuring seed shape through image analysis. *Plant Physiol.* 160(4):1871–1880. doi:10.1104/pp.112.205120.
- Umesh MR, Angadi S, Gowda P, Ghimire R, Begna S. 2019. Climate-resilient minor crops for food security. Di dalam: *Agronomic Crops: Volume 1: Production Technologies*. Volume ke-1. hlm 19–32.
- Xu Q, Chen W, Xu Z. 2015. Relationship between grain yield and quality in rice germplasms grown across different growing areas. *Breed Sci.* 65(3):226–232. doi:10.1270/jsbbs.65.226.
- Yin C, Li H, Li S, Xu L, Zhao Z, Wang J. 2015. Genetic dissection on rice grain shape by the two-dimensional image analysis in one japonica × indica population consisting of recombinant inbred lines. *Theor Appl Genet.* 128(10):1969–1986. doi:10.1007/s00122-015-2560-7.