

# Penentuan Sifat Fisik Biji Kakao Varietas Klon 45 dan Sulawesi 01 di Kabupaten Bolaang Mongondow Utara

*Determination of Cocoa Beans Characteristics In Clone Varieties 45 and Sulawesi 01 At The Regency of North Bolaang Mongondow*

**Febrianti Timumu<sup>1)</sup>, Ireine A. Longdong,<sup>2)\*</sup> dan Lady C. Ch. E. Lengkey<sup>3)</sup>**

<sup>1-3)</sup>Program Studi Teknik Pertanian

Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Sam Ratulangi Manado

Jl. Kampus UNSRAT Manado, 95115.

\*Email: [febriantitimumu@gmail.com](mailto:febriantitimumu@gmail.com); [ireinelongdong@unsrat.ac.id](mailto:ireinelongdong@unsrat.ac.id);  
[lady\\_lengkey@unsrat.ac.id](mailto:lady_lengkey@unsrat.ac.id).

## ABSTRACT

*The purpose of this study was to determine the dimensions of cocoa beans (length, width, thickness) and the average diameter of arithmetic, geometry, sphericity, porosity, density of kamba, angle of repose, and angle of friction of the clone varieties 45 and Sulawesi 01. The method used in this research is the experimental method, analyzed descriptively. The results showed that the average cocoa beans of the Klon 45 variety were 27.25 mm long, 14.35 mm wide, 7.25 mm thick, arithmetic 16.28 mm, geometric 14.03 mm, sphericity 0.52. Sulawesi 01 variety, length 20.44 mm, width 12.29 mm, thickness 7.52 mm, arithmetic 13.46 mm, geometry 12.32 mm, sphericity 0.60. clone 45 variety had porosity of 30.62%, density of kamba 0.44 g/ml, weight of 100 seeds 95.39 g. The Sulawesi 01 variety has a porosity of 29.62%, a kamba density of 0.51 g/ml, a weight of 100 seeds 144.72 g. The angle of repose of the clone 45 variety is 29.96° at 9.19% moisture content and the Sulawesi 01 variety is 23.07° at 7.57% moisture content. The angle of friction for the clone 45 variety is 29.94° at 9.19% moisture content and Sulawesi 01 is 25.03° at 7.57% moisture content.*

**Keywords:** *cocoa beans; physical properties; varieties.*

## ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah untuk menentukan dimensi biji kakao (panjang, lebar, tebal) serta diameter rata-rata aritmatik, geometri, spherisitas, porositas, densitas kamba, sudut curah dan sudut gesek dari varietas Klon 45 dan Sulawesi 01. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata biji kakao varietas Klon 45 panjang 27,25 mm, lebar 14,35 mm, tebal 7,25 mm, aritmatik 16,28 mm, geometri 14,03 mm, spherisitas 0,52. Varietas Sulawesi 01 memiliki ukuran panjang yaitu 20,44 mm, lebar 12,29 mm tebal 7,52 mm aritmatik 13,46 mm geometri 12,32 mm spherisitas 0,60. Varietas klon 45 memiliki porositas 30,62%, densitas kamba 0,44 g/ml, berat 100 biji 95,39 g. Varietas Sulawesi 01 memiliki porositas 29,62%, densitas kamba 0,51 g/ml,

berat 100 biji 144,72 g. Sudut curah varietas Klon 45 sebesar  $29,96^\circ$  pada kadar air 9,19% dan varietas Sulawesi 01 sebesar  $23,07^\circ$  pada kadar air 7,57%. Sudut gesek varietas Klon 45 sebesar  $29,94^\circ$  pada kadar air 9,19% dan Sulawesi 01 sebesar  $25,03^\circ$  pada kadar air 7,57%.

**Kata kunci:** biji kakao; sifat fisik; varietas.

## PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao L.*) merupakan salah satu komoditas perkebunan di Indonesia yang memiliki peranan penting bagi perekonomian nasional untuk peningkatan devisa negara. Indonesia memiliki sentra perkebunan kakao yang terbesar di beberapa Provinsi antara lain Sulawesi (59,90%), Sumatera (26,50%), Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat dan Bali (3,87%) Kalimantan (1,13%), Maluku dan Papua (4,17%) (Ditjenbun, 2020).

Indonesia merupakan produsen kakao terbesar ketiga di dunia setelah Negara Pantai Gading dan Ghana. Panta Gading (1.276.000 ton), Ghana (586.000 ton), Indonesia (456.000 ton). Luas lahan tanaman kakao Indonesia lebih kurang 992.448 Ha dengan produksi biji kakao sekitar 456.000 ton per tahun, dan produktivitas rata-rata 900 Kg/Ha. Tanaman kakao sendiri merupakan termasuk salah satu komoditas ekspor dari tanaman perkebunan yang merupakan komoditas unggulan Nasional (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2019).

Salah satu tahapan pasca panen biji kakao adalah pengeringan biji yang biasa dilakukan petani setempat dengan cara menjemur biji kakao di bawah terik matahari. Pengeringan biji kakao bertujuan untuk mengurangi kandungan air biji kakao lebih dari 60% menjadi sekitar 7%, kadar air ini untuk menjaga biji agar dapat disimpan lama. Kadar air  $> 8\%$  berbahaya karena jamur akan tumbuh dan bila kadar air  $< 5\%$  biji sangat rapuh sehingga mudah pecah selama pengangkutan (Afoakwa *et al.*, 2014).

Menurut Sinaga dan Dersial, 2016 bahwa pengetahuan mengenai sifat fisik dan karakteristik bahan sangat diperlukan pada

pertanian modern khususnya pengolahan bahan pertanian. Pengetahuan mengenai karakteristik fisik juga sangat penting dalam penyediaan data rekayasa yang diperlukan untuk merancang mesin, struktur, proses, dan pengendaliannya. Sebelum mendesain suatu mesin, pengetahuan sifat fisik dari suatu bahan sangat penting diketahui terlebih dahulu. Karakteristik sifat fisik suatu bahan hasil pertanian adalah bentuk, ukuran, luas permukaan, warna, penampakan, berat, porositas, densitas dan kadar air (Suharto, 1991).

Kabupaten Bolaang Mongondow Utara merupakan salah satu Kabupaten yang merupakan sentra produksi kakao tertinggi dengan luas lahan sebesar 5.240,70 ha dengan produksi perkebunan sebesar 624,34 ton/ha (BPS, 2019). Saat ini petani sedang kembangkan kakao varietas Klon 45 dan Sulawesi 01 yang merupakan saran dari Dinas perkebunan Kabupaten Bolaang Mongondow utara. Kedua varietas ini tidak lagi dibuat pembibitan sehingga petani memperbanyak dengan teknik menyambung. Tanaman kakao dibudidayakan baik secara individu maupun kelompok dengan bantuan langsung dari pemerintah. Penerima bantuan ini adalah kelompok tani yang tergabung dalam gernas yaitu kelompok tani "Coklat Abadi" sejak tahun 2012. Gerakan Nasional (Gernas) kakao merupakan program pemerintah dalam upaya peningkatan produktivitas tanaman disentra-sentra perkebunan kakao. Berdasarkan masalah tersebut, maka dilakukan penelitian terhadap penentuan sifat fisik antara biji kakao varietas Klon 45 dan Sulawesi 01.

## METODE PENELITIAN

### Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan adalah biji kakao varietas Klon 45 dan varietas Sulawesi 01 sebanyak 5 kg setiap varietas. Biji kakao diperoleh dari kebun petani Kilo 7 di Desa Inomunga, Kecamatan Kaidipang, Kabupaten Bolaang Mongondow Utara.

Alat yang digunakan dalam pengukuran adalah timbangan *digital Kern Ew*, jangka sorong *digital caliper*, oven *type NDO-410*, desikator, papan triplek, corong, gelas ukur 250 ml, penggaris, alat tulis menulis, air aqua.

### Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, Data dibuat dalam bentuk tabel kemudian dianalisis secara deskriptif. Pengukuran dimensi (panjang, lebar, tebal) serta diameter aritmatik, geometri, spherisitas dilakukan sebanyak 4 kali ulangan, porositas, densitas kamba 5 kali ulangan, berat 100 biji kakao 10 kali ulangan, sudut curah (*Angle of Repose*) dilakukan sebanyak 5 kali ulangan, dan sudut gesek (*Angle of Friction*) dilakukan 10 kali ulangan pada setiap varietas Klon 45 dan Sulawesi 01.

### Prosedur Penelitian (Nelwan dkk, 2015)

Buah kakao segar yang diambil dari kebun petani lalu dikupas atau dipecahkan untuk memisahkan biji dengan kulit buahnya. Biji yang telah terpisah dari kulit buah selanjutnya dicuci bersih untuk mengeluarkan plasenta. Selanjutnya ditempatkan dikarung untuk disimpan selama satu malam. Biji kakao yang sudah disimpan, dijemur dibawah sinar matahari 2-3 hari penjemuran. Biji kakao yang telah kering selanjutnya disortir untuk memisahkan biji yang baik dan rusak. Pengukuran sifat fisik seperti: dimensi panjang, lebar, tebal, berat 100 biji, densitas kamba, porositas, sudut curah, sudut gesek dan kadar air, terakhir menganalisis data.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kadar Air

Pengukuran kadar air yang telah dilakukan diketahui bahwa nilai rata-rata biji kakao varietas Klon 45 sebesar 9,19% dan Sulawesi 01 sebesar 7,57%. Kadar air awal dan akhir pada penelitian ini diperoleh dari pengamatan sampel biji kakao setelah penjemuran awal dan setelah proses pengeringan pada oven di Laboratorium Pasca Panen Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi Manado.

### Sifat Fisik Biji Kakao Varietas Klon 45 dan Sulawesi 01

Berdasarkan hasil pengukuran dimensi (panjang, lebar, tebal) dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2. Nilai rata-rata biji kakao varietas Klon 45 (panjang, lebar, tebal) sebesar 27,25 mm, 14,35 mm, 7,25 mm. Sulawesi 01 (panjang, lebar, tebal) sebesar 20,44 mm, 12,29 mm, 7,52 mm. Dari hasil ukuran panjang lebar dan tebal pada kedua varietas didapatkan nilai biji kakao varietas memiliki ketebalan sebesar 7,52 mm.

**Tabel 1.** Nilai Sifat Fisik Biji Kakao Varietas Klon 45

Parameter	Jumlah Sampel	Max	Min	Rata-rata	Stdev
Panjang (mm)	100	27,74	26,80	27,25	0,419
Lebar (mm)	100	14,50	14,11	14,35	0,168
Tebal (mm)	100	7,33	7,20	7,25	0,061
Diameter Aritmatik (mm)	100	16,52	16,12	16,28	0,191
Diameter Geometri (mm)	100	0,60	14,21	14,03	0,135
Berat 100 Biji (g)	100	97,60	93,00	95,39	1,69
Densitas Kamba (g/ml)	100	0,47	0,41	0,44	0,029
Porositas (%)	100	0,33	0,29	30,62	0,016
Spherisitas	100	0,53	0,52	0,52	0,005

**Tabel 2.** Nilai Sifat Fisik Biji Kakao Varietas Sulawesi 01

Parameter	Jumlah Sampel	Max	Min	Rata-rata	Stdev
Panjang (mm)	100	20,70	20,16	20,44	0,222
Lebar (mm)	100	12,41	12,09	12,29	0,139
Tebal (mm)	100	7,70	7,39	7,52	0,130
Diameter Aritmatik (mm)	100	13,51	13,36	13,46	0,071
Diameter Geometri (mm)	100	12,42	12,20	12,32	0,091
Berat 100 Biji (g)	100	154,60	138,50	144,72	4,38
Densitas Kamba (g/ml)	100	0,52	0,50	0,51	0,009
Porositas (%)	100	0,30	0,29	29,62	0,004
Spherisitas	100	0,61	0,59	0,60	0,010

### Diameter Aritmatik dan Geometri

Nilai rata-rata diameter aritmatik dan geometri biji kakao varietas Klon 45 dan Sulawesi 01 disajikan pada Tabel 1 dan 2. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai rata-rata diameter aritmatik varietas Klon 45 sebesar 16,28 mm dan 13,46 mm sedangkan rata-rata diameter geometri varietas Sulawesi 01 sebesar 14,03 mm dan 12,32 mm. Hasil tersebut berbeda dengan buah lerak menurut (Hawa *et al.*, 2020) dengan diameter rata-rata aritmatik sebesar 22,44 – 24,27 mm dan diameter geometri sebesar 22,39 – 24,22 mm.

Pengukuran diameter rata-rata dapat dimanfaatkan dalam merancang suatu mesin *grading* ataupun separasi yang berfungsi untuk menyeragamkan dan memisahkan produk yang sesuai standar yang dibutuhkan (Isnaini *et al.*, 2019).

### Berat 100 Biji

Berdasarkan hasil pengukuran, berat 100 biji tertinggi terdapat pada pada biji kakao varietas Sulawesi 01 dengan rata-rata sebesar 144,72 g. Sedangkan pengukuran terendah terdapat pada biji kakao varietas Klon 45

dengan rata-rata sebesar 95,39 g. pada penelitian sebelumnya menurut (Ahvanderi M, 2013) jumlah biji per 100 g dengan perlakuan biji tanpa fermentasi tertinggi terdapat pada sampel biji kakao tanpa fermentasi peneliti dari kecamatan Marioriwawo yaitu 105 biji, sedangkan dengan perlakuan biji tanpa fermentasi terendah terdapat pada sampel biji kakao tanpa fermentasi peneliti dari kecamatan Citta yaitu 90 biji.

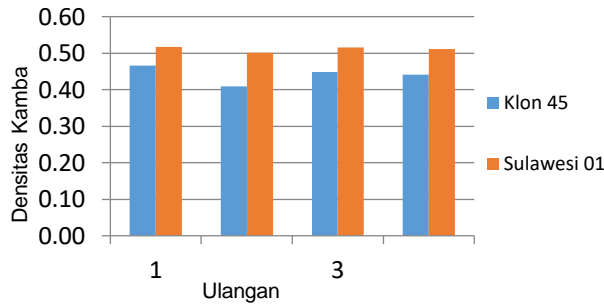
Biji kakao yang dihasilkan dari kebun Kilo 7 Desa Inomunga, Kabupaten Bolaang Mongondow Utara pada varietas Klon 45 termasuk dalam kategori A dengan jumlah antara 86-100 biji. Sedangkan biji kakao varietas Sulawesi 01 termasuk dalam kategori S dengan jumlah lebih dari 120.

### Spherisitas

Nilai rata-rata spherisitas biji kakao varietas Klon 45 dan Sulawesi 01 ditampilkan pada Tabel 1 dan 2. Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata spherisitas biji kakao varietas Klon 45 dan Sulawesi 01 sebesar  $0.52 \pm 0.005$  dan  $0.60 \pm 0.010$ . Menurut Andasuryani *et al.*, 2015 nilai spherisitas dari biji kakao berkisar 0.47 – 0.67 dengan rata-rata  $0.56 \pm 0.04$  dan kelompok ukuran biji kecil dengan rata-rata  $0.60 \pm 0.03$ . Kedua varietas tersebut yang nilainya mendekati satu terdapat pada varietas Sulawesi 01. Sehingga dapat dikatakan bahwa biji kakao varietas Sulawesi 01 berbentuk bulat. Sedangkan varietas Klon 45 memiliki bentuk biji kakao yang berbentuk lonjong (elips). Menurut Murad *et al.*, 2015, nilai spherisitas mendekati 1 berarti biji tersebut bentuknya mendekati bola (bulat).

### Densitas Kamba

Densitas kamba merupakan salah satu sifat dasar setiap bahan pangan yang selain sangat tergantung pada karakteristik ukuran bahan juga berhubungan dengan porositas bahan tersebut (Wirakartakusumah *et al.*, 1988). Densitas Kamba biji kakao varietas Klon 4 dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram Densitas Kamba Biji Kakao.

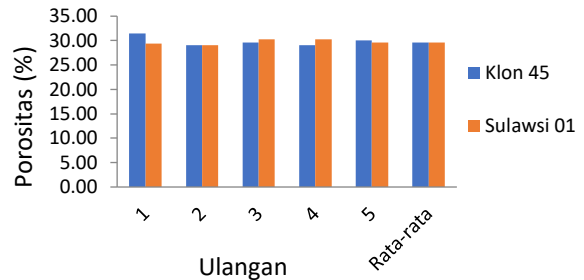
Nilai rata-rata densitas kamba biji kakao varietas Klon 45 sebesar 0,44 g/ml dan varietas Sulawesi 01 sebesar 0,51 g/ml. Hal ini selaras dengan penelitian sebelumnya menurut Andasuryani *et al.*, 2015 nilai rata-rata densitas kamba biji kakao berkisar dari 0,410 – 0,427 g/ml dengan nilai rata-rata  $0,420 \pm 0,01$ . Densitas berguna dalam konversi matematika dari massa biji terhadap volume dan mempengaruhi teksturnya. Selain itu, juga bermanfaat pada operasi pindah panas Andasuryani *et al.*, 2015

**Porositas**

Porositas merupakan persentase volume dari ruang antar biji-bijian terhadap total volume dari biji-bijian. Pada gambar 8 menunjukkan bahwa nilai rata-rata porositas biji kakao varietas Klon 45 sebesar 30,62% sedangkan varietas Sulawesi 01 sebesar 29,62%. Nilai ini lebih kecil dibandingkan dengan nilai porositas biji kakao sebesar 56,25% pada satu varietas (Andasuryani *et al.*, 2015). Nilai ini mendekati nilai porositas biji kakao yang berbentuk flat (Joshi *et al.*, 1993). Porositas tergantung pada bentuk, dimensi dan kekasaran permukaan biji-bijian.

Porositas dengan kata lain membiarkan fluida seperti udara dan cairan untuk mengalir melewati massa partikel dalam aerasi, pengeringan, pemanasan, pendinginan, dan operasi penyulingan. Disamping itu juga digunakan untuk memperkirakan jumlah lilin

atau kertas pembungkus yang dipakai untuk buah-buahan (Asoegwu *et al.*, 2006).



**Gambar 2.** Diagram Porositas Biji Kakao.

**Sudut Curah (Angle of Repose)**

Sudut curah merupakan sudut yang terbentuk dari bahan yang dicurahkan pada tempat yang berbidang datar sehingga terbentuk gundukan yang menyerupai kerucut. Sudut curah dapat difungsikan proses pemindahan dan pengangkutan bahan, sudut curah juga sangat diperlukan dalam mendesain wadah untuk bahan pada bagian *hopper* mesin penggiling Andasuryani *et al.*, (2015).

Pada Tabel 3 nilai sudut curah biji kakao varietas Klon 45 adalah 0,46 – 0,51° dengan rata-rata sebesar 26,96° pada kadar air 9,19%. Besarnya nilai dari sudut curah dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu bahan yang digunakan masih belum terlalu kering sehingga berpengaruh pada hasil pengukuran. Bahan yang memiliki gaya kohesi tinggi artinya bahan tersebut kurang dapat bergerak secara bebas sehingga dapat membentuk sudut yang besar. Sedangkan bahan dengan gaya kohesi yang rendah maka sudutnya lebih kecil. Kadar air dan kehalusan permukaan berpengaruh pada hasil pengukuran *angle of friction* sebagaimana dinyatakan oleh (Pangaribuan, *et al* 2016).

Pada Tabel 4 varietas Sulawesi 01 adalah 0,38 – 0,44° dengan rata-rata sebesar 23,07° pada kadar air 7.57%. Pada penelitian yang dilakukan oleh Andasuryani *et al.*, 2015, sudut gesek biji kakao pada permukaan triplek

sebesar 23,33°. Dengan semakin keringnya bahan dan lebih halus permukaan maka gaya kohesi partikel bahan semakin kecil (Carr, 1976; Syah *et al.*, 2013).

**Tabel 3.** Sudut Curah Biji Kakao Varietas Klon 45

Ulangan	t (cm)	d (cm)	Tan $\Theta$ = t/d	Tan $\Theta$	$\Theta$ (°)
1	6,5	14,65	0,44	0,48	27,23
2	6	13,9	0,43	0,46	26,39
3	6,1	14,65	0,42	0,44	25,34
4	6,6	14,05	0,47	0,51	29,09
5	6	14,2	0,44	0,47	26,74
Rata-rata					26,96
Stdev					0,02

**Tabel 4.** Sudut Curah Biji Kakao Varietas Sulawesi 01

Ulangan	t (cm)	d (cm)	Tan $\Theta$ = t/d	tan $\Theta$	$\Theta$ (°)
1	5,9	14,25	0,41	0,44	25,18
2	5,4	14,10	0,38	0,40	23,08
3	5,3	14,25	0,37	0,39	22,35
4	5,5	14,55	0,38	0,40	22,75
5	5,4	14,75	0,37	0,80	21,90
Rata-rata					23,07
Stdev					0,02

**Sudut Gesek (*Angle of Friction*)**

Sudut gesek adalah sudut yang terbentuk saat bahan mulai meluncur dari suatu permukaan gesek. Pengukuran sudut gesek ini menggunakan jenis permukaan gesek yaitu triplek. Sudut gesek diperlukan oleh biji-bijian ketika mengalir sehingga nilai ini sangat dibutuhkan dalam desain *hopper*, media transportasi dan penyimpanan.

Pada Tabel 5 nilai sudut gesek yang didapatkan pada biji kakao varietas klon 45 adalah 0,50 – 0,55° dimana rata-rata biji kakao yang dihasilkan sebesar 29,94° pada kadar air 9,19%. Hal serupa yang terjadi pada penelitian sebelumnya seperti menurut Sandra *et al.*,

(2009) nilai rata-rata sudut gesek sebesar 29,33°. Besar kecilnya nilai *coefficient of static* dapat dipengaruhi oleh tingkat kehalusan dan kekasaran permukaan gesek yang digunakan. Permukaan gesek yang kasar dapat menghambat bahan untuk meluncur lebih cepat, sehingga sudut yang terbentuk akan semakin besar Hawa *et al.*, (2020).

**Tabel 5.** Sudut Gesek Biji Kakao Varietas Klon 45

Ulangan	t (cm)	d (cm)	Sin $\Theta$ = t/d	Sin $\Theta$	$\Theta$ (°)
1	24,8	50	0,50	0,52	29,74
2	25	50	0,50	0,52	30,00
3	24	50	0,48	0,50	28,69
4	24,5	50	0,49	0,51	29,34
5	25	50	0,50	0,52	30,00
6	26	50	0,52	0,55	31,33
7	25,5	50	0,51	0,54	30,66
8	25	50	0,50	0,52	30,00
9	24,5	50	0,49	0,51	29,34
10	25,2	50	0,50	0,53	30,26
Rata-rata					29,94
Stdev					0,01

**Tabel 6.** Sudut Gesek Biji Kakao Varietas Sulawesi 01

Ulangan	t (cm)	d (cm)	Sin $\Theta$ = t/d	Sin $\Theta$	$\Theta$ (°)
1	17	50	0,34	0,35	19,88
2	23,1	50	0,46	0,48	27,52
3	19	50	0,38	0,39	22,33
4	21	50	0,42	0,43	24,83
5	19,6	50	0,39	0,40	23,08
6	21,6	50	0,43	0,45	25,59
7	20,5	50	0,41	0,42	24,20
8	23,6	50	0,47	0,49	28,16
9	23,6	50	0,47	0,49	28,16
10	22,3	50	0,45	0,46	26,49
Rata-rata					25,03
Stdev					0,05

Pada Tabel 6 nilai sudut gesek yang didapatkan pada varietas Sulawesi 01 adalah

0,35 – 0,49° dengan rata-rata sebesar 25,03° pada kadar air 7,57%. Pada penelitian sebelumnya menurut (Hawa *et al.*, 2020) nilai rata-rata sudut gesek pada permukaan triplek yaitu sebesar 0,36 – 0,57° pada kadar air 11,36% - 26,27%. Koefisien *friction* antara biji-bijian adalah sama dengan sudut tangent dari gesekan internal bahan. Koefisien *friction* tergantung pada bentuk biji, karakteristik permukaan dan kandungan air (Chakraverty dan Singh, 2001).

### KESIMPULAN

Rata-rata biji kakao varietas Klon 45 panjang 27,25 mm, lebar 14,35 mm, tebal 7,25 mm, aritmatik 16,28 mm, geometri 14,03 mm, spherisitas 0,52. Varietas Sulawesi 01 panjang 20,44 mm, lebar 12,29 mm, tebal 7,52 mm, aritmatik 13,46 mm, geometri 12,32 mm, spherisitas 0,60.

Varietas Klon 45 memiliki porositas 30,62%, densitas kamba 0,44 g/ml, berat 100 biji 95,39 g. Varietas Sulawesi 01 memiliki porositas 29,62%, densitas kamba 0,51 g/ml, berat 100 biji 144,72 g.

Sudut curah varietas Klon 45 sebesar 29,96° pada kadar air 9,19% dan varietas Sulawesi 01 sebesar 23,07° pada kadar air 7,57%. Sudut gesek varietas Klon 45 sebesar 29,94° pada kadar air 9,19% dan Sulawesi 01 sebesar 25,03° pada kadar air 7,57%.

### DAFTAR PUSTAKA

Afoakwa, E. Budu, A. S. Brown, H. M. Takrama, J. F. & Akomanyl. (2014). Changes in Biochemical and Physico Chemical Qualities During Drying of Pulp Preconditioned and Fermented Cocoa (*Theobroma cacao* L.) Beans. *Journal of Nutritional Health and Food Science*. 2(3), 1-6.

Andasuryani, P. N. dan Sutan, S. M. 2015. Kajian Sifat-sifat Fisik Buah dan Biji Kakao (*Theobroma Cacao* L.). *Jurnal*

Teknologi Pertanian Andalas. 19(1):1-9.

Asoegwu, S. O. Ohanyere, K. dan C. Iwueke. 2006. Physical Properties of African Oil Bean Seed (*Pentaclethra macrophylla*). *Agricultural Engineering International: the CIGRE journal*. Vol. VIII.

Ahvanderi, M. 2013. Mempelajari Sifat Fisik dan Fisiko Kimia Buah Serta Biji Kakao Yang Dihasilkan Dari Peremajaan Tanaman Kakao Di Kabupaten Soppeng. Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Pertanian. Universitas Hasanuddin Makassar.

Badan Pusat Statistik Kabupaten Bolaang Mongondow Utara. 2019. Kabupaten Bolaang Mongondow Utara.

Chakraverty, A. dan Singh, R. P. 2001. *Postharvest Technology: Cereal Pulses, Fruits and Vegetables*. Science Publishers, Inc. Enfield. NH.USA.

Ditjenbun. 2020. Statistik Perkebunan Indonesia. Komoditas Kakao 2015-2017. Kementan Jakarta.

Departemen Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan. 2009. Buku Panduan Teknis Budidaya Kakao. Kecamatan Enrekang dalam Angka 2010.

Hawa, C. L. Sutan, M. S. dan T, I'anna. 2020. Studi Variasi Kadar Air Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Lerak (*Sapindus rarak*). *Jurnal Teknologi Pertanian*. 21(1) 19-28.

Isnaini, P. Sandra. dan Yusuf, W. 2019. Sifat Fisik Kacang Tanah Pada varietas Talam1, Varietas Talam 2, Dan Varietas Takar 3. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*. 7(5):174-184.

- Joshi DC, SK Das dan RK Mukherjee. 1993. Physical Properties Of Pumpkin Seeds. *Journal of Agricultural Engineering Research*: 54:219-229.
- Murad, S. Sabani, R. dan Guyup, M. D. P. 2015. Pengeringan Biji Kemiri Pada Alat Pengering Tipe Batch Model Tungku Berbasis Bahan Bakar Cangkang Kemiri. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*.
- Pangaribuan, S. T. Nuryawati, dan A. Suprpto. 2016. Sifat Fisik dan Mekanik Serta Pengaruh Penyosohan Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Biji Sorgum Varietas KD 4. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian* Hal: 81-86.
- Sinaga, R. dan Desrial, W. 2016. Karakteristik Fisik dan Mekanik Kemiri (*Aleurites moluccana* Wild.). *Jurnal Keteknik Pertanian*. 4(1), 97-106. <https://doi.org/10.19028/jtep.04.1.97-106>.
- Suharto. 1991. *Teknologi Pengawetan Pangan*. PT. Rineka Cipta. Jakarta.
- Syah, H. Yusmaniar. Dan Maulana, O. 2013. Karakteristik Fisik Bubuk Kopi Arabika Hasil Penggilingan Mekanis Dengan Penambahan Jagung dan Beras Ketan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*. 5(1), 32-37.
- Sandra. Andasuryani. Santosa. Dan Ekaputri, R. 2009. Rancangan Bangunan Alat Pengering Tipe Konveyer Otomatis Untuk Peningkatan Mutu Biji Kakao Secara Nondestruktif Berbasis Programmable Logic Controll and Image Processing. *Arikel*. Universitas Andalas.
- Wirakartakusumah, M. A. S. Hardjo dan P. Haryadi. 1988. *Rekayasa Proses Pangan*. Program Pasca sarjana, Institut Pertanian Bogor.