STUDI VARIASI KADAR AIR TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK LERAK (*SAPINDUS RARAK*)

Study Of Physical And Mechanical Properties Of Lerak (Sapindus Rarak) On Different Moisture Content

La Choviya Hawa* , Sandra Malin Sutan , I'anna Turofiq

Jurusan Keteknikan Pertanian – Fakultas Teknologi Pertanian – Universitas Brawijaya
Jl. Veteran – Malang 65145

*Penulis Korespondensi, email : la_choviya@ub.ac.id

Disubmit: 25 Februari 2020 Direvisi: 17 Maret 2020 Diterima: 18 Maret 2020

ABSTRAK

Perancangan alat untuk penanganan, pengeringan, pengolahan dan penyimpanan biji-bijian sangat memerlukan data sifat fisik dan mekanik. Penentuan sifat fisik dan mekanik lerak dilakukan pada rentang kadar air 11,36–26,27%. Panjang, lebar, dan tebal rata-rata pada kondisi kadar air 11,36% adalah 23,85 mm, 21,77 mm, dan 20,86 mm berturut-turut. Pada rentang kadar air 11,36–26,27%, hasil penelitian pada parameter ketiga dimensi aksial, diameter rata-rata menunjukkan peningkatan secara linear, luas permukaan dari 1578,17–1846,47 mm², kebulatan mengalami penurunan dari 0,93 menjadi 0,92. *Bulk density* mengalami penurunan dari 0,69 gr/cm³ menjadi 0,61 gr/cm³ dan *true density* menunjukkan peningkatan dengan perubahan kadar air biji yaitu 0,82–1,00 gr/cm³. Porositas meningkat dari 14,65–36,68% dengan peningkatan kadar air pada rentang 11,36–26,27%. Nilai *coeficient of static friction* menunjukkan peningkatan dengan peningkatan kadar air dan secara berturut-turut rentang nilai dari yang terbesar hingga yang terkecil adalah stainless steal, papan triplek, kardus, plat besi dan kaca. Pemberian uji tekan lerak pada tingkat kadar air yang berbeda menunjukkan nilai tekan yang mengalami peningkatan pada panjang adalah 63,71 N hingga 97,12 N, sedangkan lebar dan tebal menunjukkan penurunan yaitu 154,19 N menjadi 67,67 N dan 130,30 N menjadi 71,88 N.

Kata Kunci : Kadar Air; Lerak (*Sapindus rarak*); Sifat Fisik; Sifat Mekanik

ABSTRACT

The design of tools for handling, drying, processing and storing grains requires data on physical and mechanical properties. Determination of physical and mechanical properties of lerak carried out in the range of water content 11.365–26.271%. The average length, width, and thickness in the condition of 11.365% water content were 23.85 mm, 21.77 mm, and 20.86 mm respectively. In the range of water content of 11.36–26.27%, the results of research on the parameters of the three axial dimensions, the average diameter showed an increase in linear, surface area from 1578.17–1846.47 mm², roundness decreased from 0.93 to 0.92. Bulk density decreased from 0.69 gr/cm³ to 0.61 gr/cm³ and true density showed an increase with changes in seed moisture content from 0.82 gr/cm³ to 1.00 gr/cm³. Porosity increased from 14.65%–36.68% with an increase in water content in the range of 11.36–26.27%. The coefficient value of static friction os shows an increase with an increase in water content and successively ranges of values from the largest to the smallest are stainless steels, plywood boards, cardboard boxes, iron plates, and glass. The application of the compressive test of lerak at different levels of water content showed that the compressive value that increased in length was 63.71–97.12 N, while width and thickness showed a decrease of 154.19 to 67.67 N and 130.03 N to 71.88 N.

Keywords : Moisture Content; Lerak (*Sapindus rarak*); Physical Properties Mechanical Properties

PENDAHULUAN

Tanaman lerak (*Sapindus rarak*) merupakan salah satu bentuk kearifan tradisional yang cukup dikenal oleh masyarakat dalam penggunaannya sebagai sabun tradisional. Akan tetapi seiring dengan perkembangan zaman, penggunaan lerak sudah mulai ditinggalkan untuk beralih pada produk sabun yang lebih praktis. Tanaman lerak yang termasuk dalam famili Sapindaceae dapat tumbuh dengan baik pada ketinggian 450 hingga 1.500 mdpl. Pada berbagai daerah tanaman ini mempunyai sebutan yang bervariasi, di Jawa Timur dan Tengah disebut Lerak, di Palembang Lamuran dan di Jawa Barat disebut dengan Rerak. Saat ini penggunaan lerak sebagai sabun banyak digunakan oleh industri atau pengrajin kain batik. Kain batik yang sudah jadi dicuci dengan menggunakan lerak untuk mempertahankan warna batik.

Lerak mengandung senyawa saponin, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai deterjen, sabun cuci piring, kosmetik, pencuci pakaian, shampo, biopeptisida, emas dan perak. Manfaat buah lerak dalam bidang industri yaitu digunakan untuk mencuci batik agar warnanya dapat bertahan lama dan tidak luntur (Ulung, 2014). Selain itu buah lerak juga dapat dimanfaatkan sebagai insektisida dan nematisida serta sebagai antiseptik yang sering digunakan untuk mengobati kudis (Udarno dan Balittri, 2009).

Buah lerak yang dapat dipanen yaitu buah dengan ditandai warna hijau tua hingga cokelat. Setelah dipanen buah lerak dikeringkan hingga buah menjadi kering dan berkerut. Penggunaan kembali bahan tradisional seperti lerak untuk membersihkan kain batik penting dilakukan, hal ini dikarenakan lerak merupakan bahan yang ramah lingkungan dan tidak mengandung bahan kimia yang menyebabkan pencemaran lingkungan. Dengan meningkatnya produk batik di setiap daerah, buah lerak dapat dikembangkan secara maksimal untuk memenuhi permintaan produsen batik terhadap lerak cair sebagai pencuci kain batik.

Pengetahuan tentang karakteristik fisik dan mekanik penting untuk kebutuhan data rekayasa yang diperlukan untuk perancangan mesin, proses, struktur dan pengendaliannya. Data tentang sifat fisik bahan penting dalam proses perancangan suatu peralatan

seperti proses penanganan, pemisahan, pengeringan, penyimpanan dan pengolahan bahan menjadi produk seperti minuman instan (Ansar *et al.*, 2018). Informasi mengenai data panjang, lebar, tebal, bentuk dan diameter penting dalam proses desain alat sortasi atau pemisah. Bulk density, true density, dan porositas berkaitan dengan proses perhitungan beban struktur dan analisis ruang kerjanya (Mukhlis *et al.*, 2017). Oleh karena itu penentuan sifat fisik dan mekanik penting dilakukan untuk meningkatkan efisiensi kerja dalam penanganan komoditi tersebut.

Pengukuran sifat fisik dan mekanik pada biji dan rempah pernah dilakukan oleh Mukhlis *et al.* (2017) pada lada putih, kemiri (Sinaga *et al.*, 2016), jagung putih (Ghodsvalli, 2014), jinten (Zahedi *et al.*, 2010), biji kakao (Andasuryani *et al.*, 2015), biji aprikot (Fathollahzadeh *et al.*, 2008) dan biji kacang (Lawal *et al.*, 2014), namun belum ada penelitian detail mengenai sifat fisik dan mekanik dari lerak. Oleh karena itu penting untuk dilakukan penelitian tentang sifat fisik dan mekanik lerak pada berbagai variasi kadar air.

METODE

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Brasilliant test Soiltest Chicago tipe U-160, digital caliper dengan ketelitian $\pm 0,01$ mm, oven Memmert U30, timbangan analitik OWH tipe DJ1002A, beaker glass, lemari pendingin tipe Electrolux, sealer dan alat pengukuran *angle of friction* beserta permukaan geseknya.

Buah lerak didapatkan dari kabupaten Bantul Jawa Tengah dan dibeli secara online. Toluena yang digunakan sebagai pelarut dalam pengukuran *true density*. Air yang digunakan sebagai bahan untuk pengkondisian kadar air.

Buah lerak yang didapatkan dari kabupaten Bantul provinsi Jawa Tengah digunakan untuk semua percobaan dalam penelitian ini. Buah lerak dipisahkan secara manual dari kotoran atau benda asing yang menempel pada permukaan kulit lerak. Pada penelitian ini buah lerak yang digunakan sebanyak 1050 buah yang kemudian dibagi menjadi lima bagian sama rata untuk masing-masing kondisi kadar air dan tiga kali pengulangan. Penentuan kadar air awal

lerak dilakukan dengan metode gravimetri atau pengeringan oven pada suhu $105 \pm 1^\circ \text{C}$ selama 24 jam.

Variasi kadar air pada sampel lerak dapat ditentukan dengan menggunakan metode penambahan massa destilasi air dengan mengikuti persamaan (1) (Isik dan Izli, 2016).

$$Q = \frac{W_i (M_f - M_i)}{(100 - M_f)} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana Q adalah massa air yang ditambahkan (kg); M_i , kadar air awal sampel (% bb); M_f , kadar air akhir sampel (% bb) dan W_i adalah massa awal sampel (kg). Kemudian sampel yang sudah ditambahkan air sesuai dengan perhitungan dimasukkan kedalam plastik polietilen dan ditutup rapat dengan menggunakan sealer. Untuk memastikan kadar air terdistribusi secara merata, sampel yang sudah ditutup rapat di masukkan dalam refrigerator pada suhu sebesar 5°C . Sebelum dilakukan pengujian sampel yang dibutuhkan dikeluarkan dari refrigerator dan didiamkan pada suhu ruang selama 2 jam (Isik dan Izli, 2016). Semua sifat fisik dan sifat mekanik dinilai pada tingkat kadar air 11,36%, 14,68%, 18,18%, 22,87% dan 26,27% dengan tiga kali pengulangan pada masing-masing variasi kadar air.

Untuk menentukan dimensi rata-rata buah lerak 150 buah lerak diambil secara acak dan dilakukan pengukuran dimensi aksial yaitu panjang, lebar dan tebal menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 0,01 mm. Ketiga dimensi aksial ditentukan L = sumbu terpanjang, W = sumbu terpanjang yang tegak lurus dengan L dan T = sumbu terpanjang yang tegak lurus dengan L dan W . Diameter rata-rata buah lerak dihitung dengan menggunakan rata-rata aritmatik (D_a), geometrik (D_g), kuadrat (D_k) dan Ekuivalen (D_E). Keempat diameter rata-rata tersebut dihitung dengan menggunakan persamaan 2,3,4 dan 5 (Andasuryani *et al*, 2015).

$$D_g = \frac{(LWT)^{\frac{1}{3}}}{3} \dots\dots\dots (2)$$

$$D_a = \frac{(L+W+T)}{3} \dots\dots\dots (3)$$

$$D_k = \left(\frac{LW+LT+WT}{3} \right)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (4)$$

$$D_E = \frac{(D_g+D_a+D_k)}{3} \dots\dots\dots (5)$$

Luas permukaan (S) buah lerak dapat dihitung menggunakan persamaan 6 (Kho-daei dan Akhijahani, 2012; Fathollahzadeh *et al.*, 2008).

$$S = \pi Dg^2 \dots\dots\dots (6)$$

Sphericity (Kebulatan) dihitung menggunakan persamaan 7 (Sinaga *et al.*, 2016).

$$\Phi = \frac{(LWT)^{\frac{1}{3}}}{L} \dots\dots\dots (7)$$

Penentuan parameter *bulk density* dilakukan dengan cara mengisi wadah kosong bervolume 1000 ml dengan sampel lerak. Cara pengisiannya yaitu pada ketinggian yang sama dengan kecepatan konstan. Kemudian wadah beserta isinya ditimbang dan dihitung nilai bulk density dari massa sampel dan volume wadah (Mollazade *et al*, 2009).

True density didefinisikan sebagai rasio antara bobot biji dan volume biji yang sebenarnya, penentuan true density dilakukan dengan menggunakan metode perpindahan toluena. Metode tersebut digunakan karena penyerapan oleh biji terjadi pada tingkat yang lebih rendah. Berat toluena yang dipindahkan didapatkan dari sampel yang sudah diketahui massanya dicelupkan kedalam wadah berisi toluena. Menurut Moghadam *et al.* (2015) penelitian sebelumnya pada sampel kurma untuk menghitung true density dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\rho_t = \frac{M_a}{V_t} \dots\dots\dots (8)$$

Porositas dapat diartikan sebagai perbandingan antara volume total pori-pori bahan dengan volume wadah yang dinyatakan dalam satuan persen. Beberapa penelitian sebelumnya yang telah dilakukan Sangamithra *et al.* (2016) pada biji jagung, Mollzade *et al.* (2009) pada jinten dan Andasuryani *et al.* (2015) pada biji kakao nilai porositas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\% \varepsilon = \left(1 - \frac{\rho_b}{\rho_t} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (9)$$

Angle of static friction didefinisikan sebagai sudut yang terbentuk oleh biji atau sampel saat mulai meluncur pada permukaan gesekan. Permukaan gesekan yang pada umumnya digunakan adalah stainless steel, plat besi, dan papan triplek. Penggunaan permukaan gesek tersebut didasarkan pada material untuk penyimpanan, penanganan dan transportasi (Andasuryani *et al*, 2015). Menurut Sangamithra *et al* (2016) penelitian pada biji jagung nilai *angle of friction* dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\mu = \tan \alpha \dots\dots\dots (10)$$

Sifat mekanik merupakan respon material (bahan) terhadap pembenanan yang diberikan seperti gaya, torsi, atau gabungan keduanya. Tujuan dilakukannya uji tekan pada bahan adalah untuk mendapatkan data sifat mekanik dari bahan. Pengujian mekanik biasanya bersifat merusak (*destructive test*). Menurut Sinaga *et al*. (2016) uji tekan dilakukan dengan menggunakan universal testing machine (UTM) untuk mengetahui beban maksimal pada bahan uji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dimensi dan Diameter rata-rata

Dimensi rata-rata aksial lerak berupa panjang, lebar dan tebal secara berturut-turut pada tingkat kadar air 11,36-26,27% adalah 24,15-26,23 mm, 22,03-23,41 mm dan 21,13-23,17 mm. Grafik hubungan kadar air dengan dimensi aksial lerak dapat dilihat pada Gambar 1.

Diameter rata-rata (geometrik, aritmetik, kuadrat, ekuivalen) buah lerak dihitung pada rentang variasi kadar air 11,36-26,27%. Hasil diameter rata-rata geometrik buah lerak adalah sebesar 22,39-24,22 mm dengan mengalami kenaikan sebesar 0,09-3,56%. Nilai diameter rata-rata aritmetik pada buah lerak sebesar 22,44-24,27 mm dengan presentase kenaikan sebesar 0,1-3,6%. Hasil perhitungan diameter rata-rata kuadrat didapatkan nilai rata-rata sebesar 22,41-24,24 mm dengan presentase kenaikan sebesar 0,1-3,6%. Sedangkan untuk nilai rata-rata diameter rata-rata ekuivalen adalah sebesar 22,41-24,25 mm dan presentase kenaikan sebesar 0,1-3,37%. Penentuan nilai diameter rata-rata dipengaruhi oleh nilai pada masing-masing

dimensi, apabila setiap kenaikan kadar air berpengaruh pada nilai dimensi maka akan berpengaruh juga pada setiap nilai diameter rata-ratanya. Grafik hubungan kadar air dengan diameter rata-rata lerak dapat dilihat pada Gambar 2.

Berdasarkan nilai yang dihasilkan dapat dilihat bahwa apabila nilai kadar air pada bahan tinggi maka nilai dimensi diameter rata-rata juga akan semakin besar. hal tersebut dikarenakan sejumlah massa air masuk kedalam buah lerak dan menempati sel sel didalam buah lerak tersebut. Sehingga daging buah lerak akan mengembang. Hasil tersebut tidak jauh berbeda antara buah anggur dan buah lerak, dikarenakan bentuk buah yang hampir sama pula. Hasil serupa dari peningkatan dimensi aksial juga terjadi pada penelitian Moghadam *et al*. (2015) dengan bahan buah kurma dan Sangamithra *et al*. (2016) dan Bhise *et al*. (2014) pada biji jagung.

Massa dan Peel ratio

Massa buah lerak meningkat secara linier dari 5,25-6,61 gram dengan nilai minimum sebesar 2,68 gram dan nilai maksimum sebesar 10,12 gram. Standar deviasi dari data massa lerak berada pada kisaran 0,94-1,07. Dengan demikian terjadi peningkatan massa buah lerak sebesar 9,86-12,66% pada rentang kadar air tersebut. Proses penambahan sejumlah massa air untuk meningkatkan kadar air lerak menyebabkan massa lerak juga meningkat. Hal ini dikarenakan terjadi penambahan sejumlah massa air kedalam bagian daging buah lerak pada saat proses pengondisian kadar air. Sehingga pada rentang kadar air 11,36-26,27% massa lerak mengalami peningkatan. Grafik hubungan kadar air dengan massa lerak dapat dilihat pada Gambar 3.

Nilai rata-rata peel ratio pada rentang kadar air 11,36-26,27% sebesar 41,90-55,37%. Pada Gambar 4. dapat dilihat apabila nilai kadar air tinggi maka peel ratio juga memiliki nilai yang besar, hal ini dikarenakan semakin tinggi kadar air maka kemungkinan besar sejumlah massa air akan diserap oleh bahan dan menempati pori-pori pada daging buah lerak, sehingga menyebabkan massa lerak bertambah dan peel ratio akan semakin besar.

Massa dan peel rasio lerak mengalami peningkatan secara linier seiring dengan me-

tingkatnya kadar air, hal tersebut sama halnya dengan yang telah dituliskan Moghadam *et al.* (2015) dengan penelitian sifat fisik

dan mekanik pada komoditi biji kurma dan Razavi *and* Parvar (2007) dengan sampel berupa buah kiwi.

Gambar 1. Hubungan kadar air dengan dimensi aksial lerak

Gambar 2. Hubungan kadar air dengan diameter rata-rata lerak

Gambar 3. Hubungan kadar air dengan massa lerak

Gambar 4. Hubungan kadar air dengan peel ratio lerak

Sphericity (Kebulatan)

Pada rentang kadar air 11,36-26,27% nilai *sphericity* buah lerak mulai dari 0,92-0,93, nilai standar deviasi sebesar 0,02 hingga 0,03, nilai minimum sebesar 0,838 dan nilai maksimum sebesar 0,997. Dengan demikian terjadi penurunan *sphericity* sebesar 0,05-0,36%. Grafik hubungan kadar air dengan *sphericity* lerak dapat dilihat pada Gambar 5.

Hal tersebut sudah sesuai dengan penelitian sebelumnya yakni menurut Moghadam *et al.* (2015) pada biji kurma yang menyatakan bahwa nilai kebulatan biji kurma menurun dari 0,5 menjadi 0,8 dengan peningkatan kadar air di kisaran 7-30%. Kecenderungan penurunan nilai *sphericity* dengan peningkatan kadar air juga terjadi pada biji kakao dengan nilai kebulatan berkisar 0,47-0,67 dengan nilai rata-rata 0,56. Dapat dilihat bahwa nilai *sphericity* meningkat dengan menurunnya ukuran biji (Andasuryani *et al.*, 2015).

Surface Area (Luas permukaan)

Nilai rata-rata *surface area* pada rentang kadar air 11,36-26,27% adalah sebesar 1578,17-1846,47 mm². Nilai minimum dan maksimum *surface area* buah lerak adalah sebesar 1090,44 mm² dan 2265,68 mm² dengan nilai standar deviasinya sebesar 161,00-218,22. Peningkatan kadar air diikuti dengan peningkatan nilai *surface area* pada buah lerak dengan nilai peningkatan sebesar 1,5-7,05%. Nilai *surface area* sangat dipengaruhi oleh ketiga dimensi buah lerak seperti panjang, lebar dan tebal. Sehingga apabila dimensi aksial buah lerak meningkat seiring dengan peningkatan kadar air, maka nilai *surface area* juga mengalami peningkatan. Grafik hubungan kadar air dengan *surface area* lerak dapat dilihat pada Gambar 6.

Hasil perhitungan *surface area* pada buah lerak sesuai dengan penelitian sebelumnya menurut Isik dan Izli (2015) pada bahan lentil dan Mukhlis *et al.* (2017) pada bahan biji lada putih.

Bulk density dan True density

Nilai rata-rata *bulk density* pada rentang kadar air 11,36-26,27% adalah sebesar 0,608-0,688 g/cm³. bahwa nilai *bulk density* mengalami penurunan sebesar 0,1-9,5% dengan meningkatnya kadar air bahan. Hal tersebut terjadi karena dengan meningkatnya kadar air volume dari buah lerak juga meningkat sehingga dengan kapasitas wadah yang tetap buah lerak yang dapat menempati wadah semakin berkurang.

Pada penelitian ini antara kadar air dengan *bulk density* menyatakan hubungan linier negatif seperti pada sampel lentil kuning menurut Isik dan Izli (2015) dan Gharibzahedi *et al.* (2011) pada biji jarak. Grafik hubungan kadar air dengan *bulk density* dan *true density* lerak dapat dilihat pada Gambar 7.

Nilai rata-rata *true density* buah lerak pada rentang kadar air 11,36-26,27% adalah 0,8226-1,0009 g/cm³. Peningkatan *true density* pada penelitian ini cukup signifikan mulai dari tingkat kadar air 11,36-22,87% dengan presentase kenaikan sebesar 0,25%-15,92%. Hasil nilai *true density* buah lerak pada penelitian ini, dimana nilai *true density* akan semakin besar seiring dengan meningkatnya kadar air. Hal tersebut dapat dikarenakan oleh bertambahnya massa pada lerak saat proses pengondisian kadar air, dan berpengaruh terhadap bertambahnya volume air pada pengukuran *true density* (Shree-lavaniya dan Kamaraj, 2017).

Gambar 5. Hubungan kadar air dengan *sphericity* lerak

Gambar 6. Hubungan kadar air dengan *surface area* lerak

Gambar 7. Hubungan kadar air dengan *bulk density* dan *true density* lerak

Porositas

Nilai rata-rata porositas pada rentang kadar air 11,36-26,27% yaitu sebesar 14,65-36,67% dengan nilai standar deviasinya sebesar 11,31-13,72. Presentase kenaikan porositas buah lerak adalah sebesar 8,3-47,9%. Hasil perhitungan porositas dengan hubungan yang berbanding lurus dengan kadar air pada dasarnya dipengaruhi oleh

nilai *true density* dan *bulk density*. Sesuai dengan persamaan untuk menghitung porositas, nilai porositas akan semakin tinggi apabila nilai *true density* lebih besar dibandingkan dengan *bulk density*. Pada penelitian ini hasil perhitungan porositas tidak jauh berbeda dengan pola yang dibentuk oleh persamaan linier jinten hitam (Zahedi *et al.*, 2014). Grafik hubungan kadar

air dengan porositas lerak dapat dilihat pada Gambar 8.

Angle of Friction

Pada rentang kadar air 11,36% sampai 26,27% nilai rata-rata *coefficient of static friction* pada permukaan kaca adalah sebesar 0,398-0,497 dengan presentase kenaikan sebesar 1,9-10,9%. Pada permukaan gesek plat besi nilai rata-rata *coefficient of static friction* yaitu sebesar 0,36-0,54 dengan pre-sentase kenaikan sebesar 1,7-26,9%. Nilai rata-rata *coefficient of static friction* pada permukaan kardus yaitu 0,38- 0,51 dengan presentase kenaikan sebesar 0,01-21,34%. Pada permukaan gesek stainless nilai rata-rata *coefficient of static friction* yaitu 0,42-0,68 dan nilai presentase kenaikan sebesar 4,12-26,39%. Sedangkan pada permukaan papan triplek nilai rata-rata *coefficient of friction* yaitu sebesar 0,36-0,57 dan presentase kenaikan sebesar 0,1-29,26%. Grafik hubungan kadar air dengan *Coefficient of Static Friction* lerak dapat dilihat pada Gambar 9.

Besar kecilnya nilai coefficient of static friction 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 pada saat bahan mulai meluncur akan semakin besar. Hal serupa juga terjadi pada penelitian sebelumnya seperti menurut Gharibzahedi *et al.* (2011) pada biji jarak,

Shreelavaniya dan Kamaraj (2017) pada lada hitam, Zahedi *et al.* (2010) pada jinten hitam dan Seyed *et al.* (2007) pada biji labu.

Compressive Force (Gaya Tekan)

Pada rentang kadar air 11,36-26,27% untuk uji gaya tekan yang tegak lurus dengan panjang memiliki nilai rata-rata gaya tekan yaitu sebesar 64,07-97,12 N, meningkat sebesar 1,55-27,89% seiring dengan meningkatnya kadar air. Pengujian gaya tekan pada posisi tegak lurus dengan lebar memiliki rata-rata gaya tekan sebesar 67,67-154,19 N, mengalami penurunan sebesar 4,2-29,7%. Sedangkan pada posisi tegak lurus dengan tebal nilai rata-rata gaya tekan buah lerak yaitu sebesar 71,88-130,30 N mengalami penurunan sebesar 3,25-19,4%.

Pada penelitian ini, buah lerak pada dasarnya tidak memiliki cangkang, hanya terdiri dari daging buah dan biji, sehingga hasil gaya tekan pada posisi tegak lurus dengan lebar dan tebal tidak linier dengan kadar air. Penurunan nilai gaya tekan dengan naiknya kadar air bahan juga dinyatakan oleh Mollazade *et al.* (2009) pada bahan jinten yang menyatakan bahwa gaya tekan pada biji dengan posisi tegak lurus dengan panjang dan lebar menurun dari 83,74 N menjadi 56,17 N dan 132,95 menjadi 84,47 N. Hasil tersebut berada pada rentang kadar air 7,24-21,38% basis kering. Grafik hubungan kadar air dengan gaya tekan lerak pada gambar 10.

Gambar 8. Hubungan kadar air dengan porositas lerak

Gambar 9. Hubungan kadar air dengan *coefficient of static friction* lerak

Gambar 10. Hubungan kadar air dengan gaya tekan lerak

SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini diambil berdasarkan hasil penelitian dengan sifat fisik dan sifat mekanik biji lerak pada tingkat kadar air 11,36-26,27%. Sifat fisik buah lerak yang dipelajari dalam penelitian ini semuanya memiliki korelasi yang tinggi terhadap peningkatan kadar air biji. Ketiga dimensi aksial, diameter rata-rata, dan *surface area* pada buah lerak mengalami peningkatan dengan meningkatnya kadar air biji dari 0,09-7,05%. Nilai *sphericity* dan *Bulk density* mengalami penurunan dengan meningkatnya kadar air pada biji pala dengan presentase penurunan sebesar 0,05-9,5%. *True density* dan Porositas biji pala mengalami peningkatan dari 0,25-15,92% dan 8,3-47,9% dengan peningkatan kadar air buah lerak. Untuk nilai *coefficient of friction* mengalami kenaikan seiring dengan peningkatan pada kadar air biji pala. Untuk gaya tekan buah lerak pada rentang kadar air 11,365% hingga 26,27% pada posisi tegak lurus dengan panjang mengalami

kenaikan se-besar 1,50-27,89%, pada posisi tegak lurus dengan lebar dan tegak lurus dengan tebal mengalami penurunan sebesar 4,20-29,70% dan 3,25-19,41%.

DAFTAR PUSTAKA

- Andasuryani, -P,N, Sutan, -SM. 2015. Kajian sifat-sifat fisik buah dan biji kakao (*Theobroma Cocoa L.*). *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*. 19(1), 1-9. <https://doi.org/10.25077/jtpa.19.1.1-9.2015>
- Ansar, Nazaruddin, Alamsyah, -A, Aziz -AD. 2018. Analisis korelasi antara ukuran diameter dan bentuk permukaan partikel dengan laju aliran gra-nula stroberi. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*. 6(2), 125-130. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v6i2.85>
- Fathollahzadeh, -H, Mobli, -H, Beheshti, -B, Jafari, -A, Borghei, -AM. 2008. Effect of moisture content on some physical properties of apricot kernel (Cv. Sonnati Salmas). *Agricultural Engineering Interna-*

- tional : *The Cigr Ejournal* 10(1), 1-14. <https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/1220>
- Gharibzahedi, -SMT, Mousavi, -M, Ghahderijani, -M. 2011. A survey on moisture-dependent physical properties of castor seed (*Ricinus Communis* L.). *Australian Journal Of Crop Science*. 5(1), 1-7. http://www.cropj.com/gharibzahedi_5_1_2011_1_7.pdf
- Isik, E and Izli, -N. 2016. Effects of moisture content on some physical properties of the yellow lentil. *Journal Of Agricultural Sciences*. 22(2016), 307-316. <https://doi.org/10.1501/Tarimbil0000001389>
- Khodaei, -J., Akhijahani, HS.2012. Some physical properties of rasa grape (*Vitis vinivera* L.). *World Applied Sciences Journal* 18(6): 818-825. <http://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2012.18.06.1473>
- Lawal, -AA, Aviara, -A, Kawuyo, -UA. 2014. Some physical and frictional properties of sweet detar nut and seed. *Continental Journal of Engineering Science*. 9(1), 26-35. <http://doi.org/10.5707/cjengsci.2014.9.1.26.35>
- Moghadam, -MS, Beygi, -SRH, Aboonajmi, -M. 2015. Moisture dependent physical and mechanical properties of mazafati date pit. *Agricengint* 17(2), 228-242
- Mollazade, -K, Ahmadi, -H, Khorsidi, J, Rajabipour, -A, Mohtasebi, -SS. 2009. Moisture-dependent physical and mechanical properties of Cumin (*Cuminum Cyminum* L.) Seed. *Int J Agric & Biol Eng* 2(2): 49-56 <http://doi.org/10.10.3965/j.isn.1934-6344.2009.02.049-056>
- Mukhlis, -AMA, Hartulistiyoso, -E, Purwanto, -YA. 2017. Pengaruh kadar air terhadap beberapa sifat fisik biji lada putih. *Agritech*. 37(1), 15-21. <http://doi.org/10.22146/agritech.15308>
- Ramadhani, -A, Darsono, Budianto, -A, Suhartono. 2016. Penentuan sphericity dan distribusi intensitas berkas elektron dari sumber elektron tipe pierce berbasis matlab. *Jurnal Forum Nuklir (Jfn)* 12(2), 53-64
- Razavi, -SMM., Parvar, -MB. 2007. Some Physical and Mechanical Properties of Kiwi Fruit. *International Journal of Food*. 3(6): 1-14. <https://doi.org/10.2202/1556-3758.1276>
- Bhise, -S., Kaur, -A, Manikantan, -R. 2014. Moisture dependent physical properties of maize (PMH-1). *Acta Alimentaria*. 43 (3), 394-401. <https://doi.org/10.1556/AAlim.43.2014.3.5>
- Sangamithra, -A, John, -SG, Sorna, -PR, Nandini, -K, Kannan, -K, Sasikala, -S, Suganya, -P. 2016. Moisture dependent physical properties of maize kernels. *International Food Research Journal* 23(1), 109-115. [http://www.ifrj.upm.edu.my/23%20\(01\)%202016/\(17\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/23%20(01)%202016/(17).pdf)
- Shreelavaniya, R and Kamaraj, S. 2017. Effect of moisture content on physical properties of black pepper. *International Journal Of Current Microbiology And Applied Science* 6(10), 4873-4879. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.61.0.456>
- Sinaga, -R, Desrial, Wulandani, -D. 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>
- Udarno, -L., Balittri. 2009. Lerak (*Sapindus rarak*) tanaman industri pengganti sabun. *Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri*. 15(2), 7-8. <http://perkebunan.litbang.pertanian.go.id/lerak-sapindus-rarak-tanaman-industri-pengganti-sabun/>
- Ulung, -G. 2014. Sehat alami dengan herbal "250 Tanaman Herbal Berkasiat Obat". PT Gramedia Pustaka Utama : Jakarta
- Zahedi, -SMTG, Mousavi, -SM, Moayadi, -A, Garavand, AT, Elizadeh, SM. 2010. Moisture-Dependent Engineering Properties of Black Cumin (*Nigella Sativa* L.) Seed. *The CIGR Ejournal*. 7, 1-17. <https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/1437>