

ANALISIS GAYA PEMECAHAN CANGKANG BIJI KEMIRI (*Aleurites moluccana* Willd.)

Robert Sinaga

Dosen Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Quality

Email : robertsinaga89@gmail.com

Abstrak

Diperlukan pengetahuan dasar tentang besarnya energi dan gaya yang dibutuhkan pada proses pemecahan cangkang biji kemiri untuk mendapatkan daging biji kemiri bulat utuh. Penelitian dilakukan dengan metode menjatuhkan biji dari berbagai level ketinggian kemiri dan metode menjatuhkan beban mengenai biji kemiri. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa dengan metode menjatuhkan biji kemiri dari berbagai level ketinggian diperoleh bahwa ketinggian optimum untuk memecahkan biji kemiri pada posisi intersep C dengan kadar air 6% adalah dari ketinggian 9 m dengan gaya sebesar 1,52 N. Sementara dengan metode menjatuhkan beban 209,7 gr mengenai biji kemiri diperoleh gaya 6,52 N dan menjatuhkan beban 182,64 gr diperoleh gaya 6,26 N. Untuk keseluruhan metode dibutuhkan energi sebesar 1 joule untuk memecahkan cangkang biji kemiri.

Kata kunci: kemiri, gaya pemecahan, cangkang biji

Abstract

Basic knowledge about amount of energy and breaking force of the candlenut deshelling process is needed to get a whole round kernel. The study was conducted by dropping the candlenut from various level of height and dropping the load on the candlenut. The result showed that the method of dropping candlenut from various levels of height was obtained that the optimum height to break the candlenut in the intercept C position with a water content of 6% was 9 m with a force of 1,52 N. While by dropping a load of 209,7 gr obtained a force of 6,52 N and dropping a load of 182,64 gr obtained a force of 6,26 N. For the whole method an energy of 1 joule is needed to break the shell of the candlenut.

Keywords: candlenut, breaking force, nut shell

PENDAHULUAN

Pada proses pascapanen biji kemiri, pada umumnya masyarakat menggunakan metode dan peralatan konvensional yaitu membanting biji pada landasan banting atau menggunakan alat pengupas sederhana. Metode ini memang sangat membantu masyarakat dalam proses pengerjaannya, namun masih kurang efisien dan efektif dikarenakan membutuhkan pecah sehingga daging biji lepas dari cangkang namun tidak merusak daging biji kemiri tersebut.

Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi besarnya gaya yang dibutuhkan pada proses pemecahan biji

waktu kerja yang lama serta mengakibatkan kelelahan kerja yang tinggi. Dampak lainnya yaitu masih banyak daging biji (inti) kemiri yang pecah atau hancur akibat bantingan kemiri pada landasan banting.

Sangat dibutuhkan pengetahuan dasar tentang kadar air biji yang tepat dan besarnya gaya yang dibutuhkan untuk proses pemecahan biji kemiri. Hal ini untuk memastikan agar tempurung/cangkang biji dapat retak dan kemiri dengan metode menjatuhkan biji kemiri pada landasan tanpa gaya awal serta menjatuhkan beban dengan massa tertentu mengenai biji kemiri.

Penelitian dilakukan sebagai dasar untuk mengetahui besarnya gaya yang

dihasilakan pada proses mendesain dan pabrikasi alat ataupun mesin pemecah biji kemiri. Penelitian ini juga diharapkan menjadi sumbangsih atau bahan masukan bagi para petani, pengusaha dan pihak industri terkhusus dalam pascapanen biji kemiri. Metode pendekatan dari dasar yang tepat diharapkan menjadi metode baru semoga dapat bermanfaat untuk mengoptimalkan pemecahan biji kemiri agar mendapatkan hasil daging biji kemiri bulat utuh.

Pengetahuan tentang karakteristik mekanik produk hasil pertanian sangat penting untuk menyediakan data rekayasa pada perancangan mesin, analisis struktur, proses dan pengendaliannya. Hal ini juga diperlukan dalam menganalisis dan mengevaluasi serta mempertahankan kualitas produk sehingga diperoleh nilai jual yang tinggi (Mohsenin, 1986).

Biji kemiri memiliki bentuk membulat atau limas, agak gepeng, pada salah satu ujungnya meruncing, diameter daging biji mencapai 1,5-2 cm (Deptan, 2006). Biji kemiri tergolong buah batu berkulit keras menyerupai tempurung dengan permukaan luar kasar berlekuk. Tempurung biji dapat mencapai 65 sampai 75% dari berat biji seluruhnya, tebalnya sekitar 3-5 mm, berwarna coklat atau kehitaman (Sunanto, 1994).

Sebuah kemiri terdiri dari daging biji yang berwarna putih dan berminyak, ditutupi tempurung dan dilapisi oleh kulit luar (Tarigan *et al.*, 2006). Lapisan biji menempel kuat antara kulit dan daging bijinya sehingga sulit dipisahkan. Rata-rata berat biji adalah 10 gram, dalam satu kilogram terdapat 90 sampai 110 biji kering. Perkiraan produksi benih per pohon per tahun adalah 50 sampai 150 kg biji (Bramasto dan Kurniawati, 2004).

Di Indonesia, panen kemiri meliputi pengumpulan buah yang telah jatuh dari pohon, pelepasan serta pembersihan kulit luar, sehingga meninggalkan kernel yang belum dikupas dari tempurung. Produk akhir adalah kernel kupas dari peretakan tempurung, yang memiliki berat daging biji kemiri sekitar 33,33% dari berat biji total, sehingga apabila menjual 1 kg daging biji,

setara dengan menjual 3 kg biji (Darmawan dan Kurniadi, 2007).

Pemecahan biji kemiri di Pulau Flores menggunakan alat dari kulit pelepah lontar atau kelapa bagian luar (tipis) yang dilipat, dan sekitar 5 cm dari ujung lipatan diikat. Biji kemiri dimasukkan pada lubang di ujung pelepah kemudian dipukulkan pada batu. Apabila masih sulit, daging biji diambil menggunakan ujung pisau selanjutnya dijemur kembali untuk mencegah serangan jamur atau cendawan pada saat penyimpanan. Masyarakat rata-rata mampu memecahkan biji kemiri 9,47 kg/jam dengan persentase kemiri utuh 75,95% (Darmawan dan Kurniadi, 2007).

METODE PENELITIAN

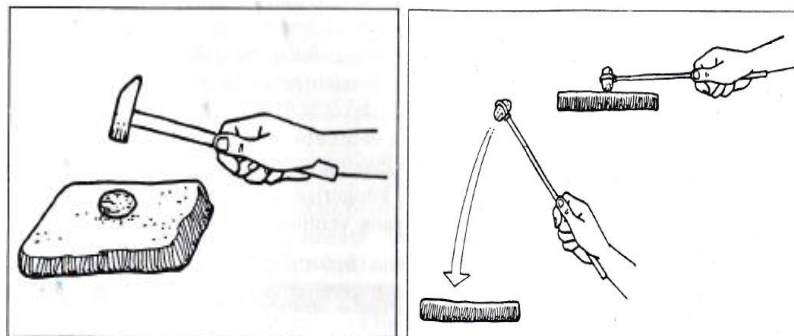
Ada beberapa metode untuk mengetahui gaya pemecahan biji-bijian. Pengujian awal yaitu menjatuhkan biji dari ketinggian tertentu tanpa adanya gaya dorong awal sampai diperoleh ketinggian optimal agar biji dapat pecah. Pengujian lainnya yaitu menjatuhkan sebuah benda dari ketinggian tertentu sampai mengenai biji. Dari pengujian gaya tumbukan dengan menjatuhkan kemiri, diukur terlebih dahulu massa biji

lalu dijatuhkan dari ketinggian tertentu untuk mengetahui besarnya momentum, energi kinetik dan gaya yang dibutuhkan sehingga biji pecah, demikian juga dengan metode menjatuhkan beban ke atas biji yang akan dipecah (Mohsenin, 1986).

Berbagai mekanisme pemecahan biji kemiri menurut Ladean (2009) dan Paimin (1997) yaitu:

1. Dipukul biji kemiri secara langsung dengan gerakan rotasi maupun translasi. Memecah dengan rotasi dimana terdapat rol pemukul yang bergerak rotasi.
2. Dijatuhkan, yakni suatu *bucket elevator* membawa biji kemiri sampai pada suatu ketinggian tertentu kemudian dijatuhkan tanpa adanya gaya awal (hanya gaya gravitasi) sehingga biji jatuh ke suatu permukaan keras. Pecahnya tempurung biji karena adanya energi potensial akibat penjatuhan biji.

3. Dilempar; merupakan salah satu mekanisme untuk mengantisipasi besarnya dimensi mesin. Biji kemiri dijatuhkan dengan gaya awal pada kemiri sehingga kemiri terbentur pada suatu dinding keras hingga pecah. Pemberian gaya awal pada kemiri adalah memberi kecepatan awal dengan cara melontarkannya.
4. Dirol; sama dengan menekan. Biji kemiri dimasukkan kedalam celah rol pada lebar tertentu dengan kecepatan putar tertentu sehingga menghasilkan gaya tekan ke tempurung biji. Pecahnya tempurung kemiri disebabkan oleh gaya tekan lebih besar daripada kekerasan permukaan tempurung.



Gambar 1 Pengupasan tempurung biji kemiri dengan dipukul menggunakan palu (a) dan hentakan rotan (b) (Paimin 1997)

Kadar air yang sesuai untuk proses pemecahan tempurung biji *hazelnut* (kemiri dari Italia) adalah 4 sampai 6% bb (Delprete dan Sesana, 2014). Pemecahan hanya dapat dilakukan jika kadar air biji kemiri beserta dengan tempurungnya lebih rendah dari 6% bk selebihnya daging biji pecah atau retak. Beberapa kerusakan kernel juga ditemukan padakadar air biji lebih rendah dari 3% bk (Tarigan *et al.*, 2007).

Analisis Gaya Tumbukan

Persamaan dasar gaya tumbukan yang bekerja pada proses pemecahan kemiri diperoleh dari teori dasar gaya tumbukan dimana momentum linear (p) didapat dari perkalian massa (m) dengan kecepatan (v) yang dapat dilihat melalui Persamaan 1 :

$$p = m \times v \quad (1)$$

dengan

p = momentum linear (kg m/s)

m = massa benda (kg)

v = kecepatan linear (m/s)

Untuk benda yang mengalami gaya jatuhnya ataupun menjatuhkan beban tanpa gaya awal maka momentum

diperoleh dari perkalian massa benda (m) dengan kecepatan jatuhnya tanpa gaya awal (v) yang diperoleh melalui persamaan 2 :

$$p = m \times v \quad (2)$$

dengan

p = momentum linear (kg m/s)

m = massa benda (kg)

v = kecepatan jatuh bebas (m/s)

Dalam setiap tumbukan, suatu gaya yang relatif besar bekerja pada masing-masing partikel yang bertumbukan dalam waktu yang relatif singkat. Gagasan dasar tumbukan adalah bahwa gerak partikel yang bertumbukan (atau sekurang-kurangnya salah satu di antara mereka) berubah secara mendadak sehingga kita dapat membedakan dengan cukup jelas saat “sebelum tumbukan” dan saat “sesudah tumbukan”. Dalam hal ini selalu berlaku Hukum Kekekalan Momentum yang menyatakan jumlah momentum yang terjadi sebelum tumbukan dan setelah tumbukan adalah sama yang dapat dilihat dari Persamaan 3:

$$\sum P = \sum P'$$

atau

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad (3)$$

dengan;

Σp = momentum sebelum tumbukan

$\Sigma p'$ = momentum setelah tumbukan

m_1 = massa benda 1

m_2 = massa benda 2

Tumbukan yang terjadi biasanya dibedakan menurut kekal atau tidaknya tenaga kinetik selama proses. Jika energi kinetiknya kekal tumbukan disebut bersifat lenting (elastik). Jika energi kinetiknya tidak kekal maka disebut tak lenting (inelastik). Untuk gaya tumbukan yang terjadi pada proses pemecahan kemiri menggunakan gaya tumbukan elastis (tumbukan lenting sempurna) karena diasumsikan tidak ada energi kinetik yang hilang setelah tumbukan. Maka dalam hal ini koefisien restitusi (e) proses tumbukan adalah 1 dan koefisien restitusi dapat dilihat dalam Persamaan 4:

$$e = \frac{v_2' - v_1'}{v_1 - v_2} \quad (4)$$

Keterangan :

e = koefisien restitusi

v_1 = kecepatan benda 1 sebelum tumbukan

v_2 = kecepatan benda 2 sebelum tumbukan

v_1' = kecepatan benda 1 setelah tumbukan

v_2' = kecepatan benda 2 setelah tumbukan

Persamaan dasar gaya tumbukan pada proses pemecahan biji kemiri diperoleh dari teori dasar gaya tumbukan, bahwa momentum linear (p) didapat dari perkalian massa (m) dengan kecepatan (v) yang dapat dilihat melalui Persamaan 5:

$$p = m \times v \quad (5)$$

dengan

p = momentum linear (kg m/s)

m = massa benda (kg)

v = kecepatan linear (m/s)

Dalam setiap tumbukan, suatu gaya relatif besar bekerja pada masing-masing partikel yang bertumbukan

dalam waktu singkat. Gagasan dasar tumbukan adalah bahwa gerak partikel yang bertumbukan (atau sekurang-kurangnya salah satu di antara mereka) berubah secara mendadak sehingga dapat dibedakan dengan cukup jelas saat “sebelum tumbukan” dan saat “sesudah tumbukan”. Dalam hal ini selalu berlaku Hukum Kekekalan Momentum yang menyatakan jumlah momentum yang terjadi sebelum tumbukan dan setelah tumbukan adalah sama yang dapat dilihat dari Persamaan 6 :

$$\sum p = \sum p' \text{ atau}$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad (6)$$

dengan

Σp = momentum sebelum tumbukan

$\Sigma p'$ = momentum setelah tumbukan

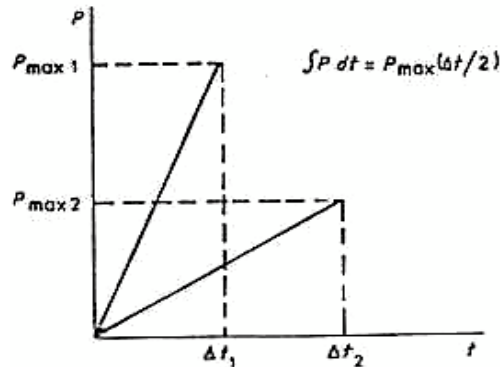
m_1 = massa benda 1

m_2 = massa benda 2

Tumbukan yang terjadi biasanya dibedakan menurut kekal atau tidaknya tenaga kinetik selama proses. Jika energi kinetiknya kekal tumbukan disebut bersifat lenting (elastik). Jika energi kinetiknya tidak kekal maka disebut tak lenting (inelastik).

Konsep dasar benturan (*impact*) didiferensiasikan dari gaya tumbukan dalam waktu sangat singkat dan tumbukan tersebut menghasilkan gelombang yang dialirkan dari permukaan yang bersentuhan (Mohsenin, 1986). Pada kegiatan pertanian, benturan (tumbukan) dapat digolongkan menjadi:

1. Tumbukan pada bahan viskoelastis dengan permukaan yang diam kaku/keras pada permukaan datar.
2. Tumbukan pada bahan viskoelastis dengan permukaan yang diam kaku/keras pada permukaan yang tidak rata.
3. Tumbukan pada bahan viskoelastis antara satu dengan yang lain. Pada saat materi tumbukan pada bahan viskoelastis diam dan pusat gravitasinya tidak dapat dipindahkan
4. Tumbukan pada bahan viskoelastis dengan permukaan yang dilapisi peredam.



Gambar 2 Metode untuk perhitungan beban benturan (Sitkei 1986)

Menurut Sitkei (1986), dalam kegiatan pertanian, tumbukan atau benturan yang terjadi dapat digolongkan menjadi:

- Benturan pada bahan viskoelastis dengan permukaan yang diam kaku (keras) dengan permukaan datar,
- Benturan pada bahan viskoelastis dengan permukaan yang diam kaku (keras) dengan permukaan yang tidak rata,
- Benturan pada bahan viskoelastis antara satu dengan yang lain pada saat satu material diam atau pusat gravitasinya tidak dapat dipindahkan,
- Benturan pada bahan viskoelastis dengan permukaan yang dilapisi peredam

Pada bahan viskoelastis perilaku dinamik bahan akibat benturan akan dipengaruhi oleh waktu. Persamaan dasar untuk mengetahui masalah benturan menggunakan Persamaan 7:

$$mv_1 - mv_2 = \int F dt \quad (7)$$

dengan

m = massa bahan yang bergerak

v_1, v_2 = kecepatan bahan pada awal dan akhir benturan

F = gaya pada saat benturan, berubah terhadap waktu

Yang penting dalam kondisi ini adalah salah satu dari benda berada dalam kondisi diam dan tidak berpindah selama benturan sehingga pada akhir benturan kecepatan benda yang bergerak adalah nol, $v_2 = 0$. Persamaan diatas dapat dipecahkan secara sederhana

dengan asumsi bahwa gaya p meningkat secara linier sebagai fungsi waktu. Karena nilai integral pada suku bagian kanan persamaan adalah konstan maka dengan asumsi tersebut gaya maksimum pada periode benturan dapat ditentukan dengan Persamaan 8:

$$\int F dt = F_{max} \frac{\Delta t}{2} \quad (8)$$

Sehingga

$$F_{max} = \frac{2mv}{\Delta t} \quad (9)$$

Pada penanganan produk pertanian perlu dipertimbangkan gaya maksimum yang mampu diterima oleh bahan sehingga bahan tidak mengalami kerusakan. Oleh karena itu tegangan maksimum pada saat benturan tidak boleh melebihi batas tegangan yang diijinkan:

$$\frac{F_{max}}{A} \leq \sigma_{perm} \quad (10)$$

dimana σ_{perm} adalah batas tegangan yang diijinkan dan A adalah luas permukaan kontak atau singgung.

Gaya Pemecahan Biji Kemiri

Adapun metode yang dipakai untuk pemecahan biji kemiri dalam penelitian ini yaitu:

- Menjatuhkan biji kemiri, yaitu dengan menjatuhkan biji kemiri dari ketinggian 1 sampai 11 m. Dihitung momentum linier yang dihasilkan dari penjatuhan biji kemiri, dengan rumus kecepatan untuk gaya jatuh bebas diperoleh dari Persamaan (11):

$$v = \sqrt{2gh} \quad (11)$$

2. Menjatuhkan beban mengenai biji kemiri, yaitu dengan menjatuhkan beban dengan massa tertentu menumbuk/membentur kemiri dari ketinggian 20 - 70 cm yang dipengaruhi oleh tingkat kadar air biji kemiri. Besarnya gaya yang dibutuhkan untuk memecahkan tempurung biji adalah gaya tahan maksimum yang dibutuhkan kemiri agar tempurung biji dapat pecah namun tidak merusak daging biji kemiri. Dimana aksi sama dengan reaksi, energi yang dibutuhkan untuk memecah tempurung biji kemiri sama dengan energi yang dihasilkan dari menjatuhkan beban tertentu untuk memecah tempurung biji kemiri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis gaya pemecahan tempurung biji kemiri menggunakan metode menjatuhkan biji kemiri dan menjatuhkan beban dengan massa tertentu mengenai biji kemiri dengan memperhitungkan gaya gravitasi bumi ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$). Dengan metode ini perbedaan energi potensial hasil dari gaya jatuhnya dipengaruhi oleh ketinggian penjatuhan benda. Pada proses pemecahan biji kemiri diasumsikan menggunakan gaya tumbukan elastis (tumbukan lenting sempurna) karena tidak ada energi yang hilang setelah

tumbukan dan waktu sesaat sebelum benturan adalah 0,1 s.

Sebelum pemecahan, biji kemiri dikeringkan terlebih dahulu dengan dijemur dibawah sinar matahari. Penjemuran dilakukan selama 5 – 11 hari hingga diperoleh tingkat kadar air maksimum 6% bk

Setelah biji kemiri dijemur dibawah sinar matahari selama 3 - 5 hari dan dilakukan proses pemecahan, tempurung biji kemiri akan retak atau pecah bila dijatuhkan dari ketinggian antara 7 - 11 m. Tingkat kadar air biji kemiri yang semakin tinggi membutuhkan penjatuhan biji kemiri dari ketinggian yang lebih besar.

Pemecahan biji kemiri dengan menjatuhkan biji kemiri dari berbagai level ketinggian antara 1 - 11 m. Dari pengukuran gaya benturan akibat gaya jatuh bebas, dimana rata-rata massa kemiri adalah 11,5 g dan bila biji dijatuhkan dari ketinggian 6 m dihasilkan momentum sebesar 0,12 kg m/s, energi potensial sebesar 0,67 joule dan gaya sebesar 1,24 N.

Dari pengujian dengan menjatuhkan biji kemiri dari ketinggian tertentu tanpa adanya gaya awal maka diperoleh ketinggian yang sesuai untuk memecah kemiri kemiri adalah dari ketinggian 9 m dengan energi yang dibutuhkan sebesar 1 J. Pada ketinggian ini biji kemiri akan pecah, cangkang akan terkelupas dan daging biji kemiri yang dihasilkan akan bulat utuh.

Tabel 1. Data hasil pengujian menjatuhkan biji kemiri dari berbagai level ketinggian

Massa biji kemiri (gr)	Ketinggian (m)	Kecepatan (m/s)	Momentum (kg m/s)	Gaya (N)	Energi potensial (joule)
11,5	1	4,4294	0,0509	0,5094	0,1128
11,5	2	6,2642	0,072	0,7204	0,2256
11,5	3	7,672	0,0882	0,8823	0,3384
11,5	4	8,8589	0,1019	1,0188	0,4513
11,5	5	9,9045	0,1139	1,139	0,5641
11,5	6	10,8499	0,1248	1,2477	0,6769
11,5	7	11,7192	0,1348	1,3477	0,7897
11,5	8	12,5284	0,1441	1,4408	0,9025
11,5	9	13,2883	0,1528	1,5282	1,0153
11,5	10	14,0071	0,1611	1,6108	1,1282

11,5 11 14,6908 0,1689 1,6894 1,241

Tabel 2. Data hasil pengujian menjatuhkan beban 209,7 g mengenai biji kemiri

Massa beban (gr)	Ketinggian (cm)	Kecepatan (m/s)	Momentum (kg m/s)	Gaya (N)	Energi potensial (joule)
209,7	20	1,9809	0,4154	4,154	0,4114
209,7	25	2,2147	0,4644	4,6443	0,5143
209,7	30	2,4261	0,5088	5,0875	0,6171
209,7	35	2,6205	0,5495	5,4952	0,72
209,7	40	2,8014	0,5875	5,8746	0,8229
209,7	45	2,9714	0,6231	6,2309	0,9257
209,7	50	3,1321	0,6568	6,568	1,0286
209,7	55	3,285	0,6889	6,8886	1,1314
209,7	60	3,431	0,7195	7,1949	1,2343

Pada tingkat kadar air 6% bk, dari pengujian gaya tumbukan menjatuhkan biji kemiri yang memiliki massa rata-rata 11,5 g dari ketinggian tertentu tanpa adanya gaya awal, diperoleh ketinggian 8 sampai 10 m. Pada penjatuhan biji dari ketinggian 9 m, dari 10 biji yang dijatuhkan diperoleh 7 biji bulat utuh, 2 biji terbelah dua dan 1 biji hancur. Momentum yang dihasilkan dari tumbukan kemiri adalah 0,144 – 0,161 kg m/s. Gaya yang dibutuhkan untuk memecah tempurung kemiri adalah 1,44 – 1,61 N serta energi yang dibutuhkan sebesar 0,90 – 1,12 joule. Hal ini sesuai penelitian Shahbazi (2012) bahwa pemilihan kombinasi dari energi tumbukan sebesar 0,9 J posisi tumbukan interserp B.

Pengujian dengan menjatuhkan massa beban konstan sebesar 209,7 g dari ketinggian 35 – 55 cm, juga percobaan lain dengan menjatuhkan massa beban konstan 182,64 g dari ketinggian 45 – 65 cm mengenai biji kemiri agar tempurung dapat pecah. Gaya yang dibutuhkan untuk memecah biji kemiri dengan tumbukan mengenai posisi interserp C adalah 6,25 – 6,58 N. Pada penjatuhan beban 209,7 g mengenai biji dari ketinggian 50 cm, dari 10 biji yang dijatuhkan diperoleh 7 biji bulat utuh, 1 biji terbelah dua dan 2 biji hancur. Dari metode penjatuhan beban maka diperoleh momentum 0,55 – 0,68 kg m/s, gaya sebesar 5,75 – 6,50 N dan energi 0,82 – 1,15 joule.

Tabel 3. Data hasil pengujian menjatuhkan beban 182,64 g mengenai biji kemiri

Massa beban (gr)	Ketinggian (cm)	Kecepatan (m/s)	Momentum (kg m/s)	Gaya (N)	Energi potensial (joule)
182,64	30	2,4261	0,4431	4,4311	0,5375
182,64	35	2,6205	0,4786	4,7861	0,6271
182,64	40	2,8014	0,5117	5,1165	0,7167
182,64	45	2,9714	0,5427	5,4269	0,8063
182,64	50	3,1321	0,5721	5,7205	0,8958
182,64	55	3,2850	0,6011	5,9997	0,9854
182,64	60	3,4310	0,6266	6,2664	1,0751

182,64	65	3,5711	0,6522	6,5223	1,1646
182,64	70	3,7059	0,6769	6,7685	1,2542

Dari hasil menjatuhkan biji kemiri dan menjatuhkan beban mengenai biji kemiri maka besarnya energi yang dibutuhkan untuk memecah kemiri pada tingkat kadar air 6% bk agar tempurung dapat pecah namun tidak mengakibatkan daging biji rusak atau hancur adalah 1 joule.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Posisi intersep C dipilih untuk pengujian gaya pemecahan biji kemiri dengan metode menjatuhkan biji dan menjatuhkan beban mengenai biji agar daging biji kemiri yang dihasilkan berbentuk bulat utuh.
2. Besarnya gaya yang dibutuhkan untuk memecah biji kemiri sebesar 6.5 N dan energi yang dibutuhkan untuk memecah biji kemiri adalah sebesar 1 joule.

Saran

1. Sebelum dilakukan pemecahan biji kemiri, sebaiknya kemiri dijemur atau dikeringkan hingga kadar air 6%.

DAFTAR PUSTAKA

- Bramasto, Y., Kurniawati, P.P. (2004). *Aleurites moluccana* (L.) Willd. Informasi singkat benih No. 36 April 2004. Indonesia forest seed project. Bandung: Direktorat Perbenihan 53. Tanaman hutan.
- Darmawan, S., Kurniadi, R. (2007). Studi perusahaan kemiri di Flores NTT dan Lombok NTB. *Info Sosial Ekonomi* Vol 7 No. 2 Juni Tahun 2007 Hal 117-129.
- Delprete, C., Sesana, R. (2014). Mechanical characterization of kernel and shell of hazelnut: Proposal of an experimental procedure. *Journal of Food Engineering*. 124. 28-34.

- Diakses dari <http://www.sciencedirect.com>
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia (2006). Pedoman budidaya kemiri (*Aleurites moluccana* Willd). Jakarta.: Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Ladean, A. (2009). Perancangan pembuatan mesin pemecah kemiri dengan kapasitas 20 kg per jam. (skripsi). Universitas Sumatera Utara.
- Mohsenin, N.N. (1986). *Physical properties of plant and animal materials. Structure, physical characteristics and mechanical properties*. Second revised and updated edition. New York: Gordon and Breach Science Publishers.
- Paimin, F.R. (1997). Kemiri budidaya dan prospek bisnis. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Shahbazi, F. (2012). Effect of moisture content, impact direction and impact energy on the cracking characteristics of apricot pit. *World Applied Sciences Journal*. 20. 1520-1528. Diakses dari <http://www.sciencedirect.com>
- Sitkei, G. (1986). *Mechanics of agricultural materials. Developments in Agricultural Engineering* 8. Hungary (HU): Elsevier Science Publishers.
- Sunanto, H. (1994). *Budidaya Kemiri Komoditas Ekspor*. Yogyakarta Kanisius.
- Tarigan, E., Prateepchaikul, G., Yamsaengsung, R., Sirichote, A., Tekasakul, P. (2006). Sorption isotherms of shelled and unshelled kernels of candlenuts. *Journal of Food Engineering*. 75. 447-452. Diakses dari <http://www.sciencedirect.com>
- Tarigan, E., Prateepchaikul, G., Yamsaengsung, R., Sirichote, A., Tekasakul, P. (2007). Drying characteristics of unshelled kernels of candlenuts. *Journal of Food Engineering*. 79. 828-833. Diakses dari <http://www.sciencedirect.com>.