

PERFORMANCE TEST OF A PEELER MACHINE PROTOTYPE FOR ACID SEEDS

Husen Asbanu¹, Yefri Chan¹

^{1,2} Dosen Teknik Mesin, Universitas Darma Persada Jakarta

ABSTRAK

Potensi pengembangan dan pemanfaatan hasil buah asam di masa mendatang akan memerlukan suatu teknologi yang tepat dalam penanganan pascapanen komoditi tersebut. Perancangan dan pembuatan alat mesin pemisah daging dan biji buah asam menjadi penting diwujudkan guna menghasilkan konsep teknologi tepat guna yang dapat bermanfaat bagi masyarakat petani asam. Hasil rancang bangun mesin tersebut perlu diuji untuk mengetahui kinerja mesin dan mutu hasil pemisahan biji buah daging asam. Metode penelitian yang dilakukan adalah analisis deskriptif. Berdasarkan hasil pengujian, mesin pengupas memiliki kapasitas aktual mesin 4,5 kg/jam dengan efisiensi mesin 65%. Daya mesin dengan beban adalah 140 watt, kecepatan putaran mesin 1065 Rpm, Gaya pengupasan 1.58 N, kebutuhan torsi pengupas 1,26 Nm. Data pengujian hasil asam murni dari hasil pengupas dapat dibuktikan yaitu dengan perlakuan beban yang besar yaitu 300 gram serta kecepatan putar mesin yang tinggi yaitu 1220 Rpm diharapkan adanya peningkatan pada hasil pengupasan namun hal ini fluktuatif dimana pada kecepatan putar mesin tinggi ternyata hasil pengupasan kurang efektif yaitu 97 gram sehingga dari pengamatan ini ternyata efektifitas hasil pengupas terbaik yaitu 98.42 gram berada pada kecepatan sedang yaitu 1065 Rpm, hal ini dipengaruhi oleh tekstur daging asam yang lembek sehingga dalam proses pengupasan harus satu sampai tiga ulangan dibanding bahan pertanian lainnya.

Kata kunci : Mesin pengupas biji daging asam, uji kinerja, uji mutu daging asam

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Buah asam merupakan suatu komoditi pertanian yang banyak terdapat di daerah Timor serta mempunyai nilai ekonomis cukup baik dalam pemenuhan kebutuhan masyarakat. Upaya pengolahan buah asam terhadap pemisahan biji dengan daging buah menjadi produk asam yang siap dipasarkan dilakukan dengan cara manual dan memerlukan waktu yang cukup lama. Pemisahan biji dan daging buah asam merupakan tantangan dalam pemecahan masalah saat ini yaitu teknologi mekanisasi atau mesin pertanian.

Potensi pengembangan dan pemanfaatan hasil buah asam di masa mendatang akan memerlukan suatu teknologi yang tepat dalam penanganan pascapanen komoditi tersebut. Pembuatan alat mesin pemisah daging dan biji buah asam menjadi penting diwujudkan guna menghasilkan konsep teknologi tepat guna yang dapat bermanfaat bagi masyarakat petani asam.

1.2. Tujuan Penelitian

Mengetahui performa Prototipe mesin pengupas biji daging buah asam berupa: gaya pengupasan, torsi, kapasitas mesin dan efisiensi mesin.

1.3. Manfaat Penelitian

Menciptakan suatu informasi tentang performa dari mekanisme pemisah biji asam kepada para peneliti selanjutnya serta membantu masyarakat pedesaan dalam mengolah buah asam yang efektif dalam pemenuhan kebutuhan ekonomi melalui pemanfaatan teknologi tepat guna.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Buah Asam

Buah asam (*Tamarindus indica sp*) mengandung biji dan daging yang dilindungi oleh serat yang kuat. Biji asam tidak teratur bentuknya serta dapat berbentuk lonjong atau segi empat panjang, sisi-sisinya sekitar 1.5 cm dengan ketebalan 0.75 cm.

Bagian tepi pada buah asam melebar dan sering beralur tipis, bagian intinya dilindungi oleh testa yang berwarna coklat, biji asam pada umumnya berwarna hitam kecoklatan (Rao dan Srivastava, 1973). Gambar buah asam dapat disajikan pada Gambar 2.



Gambar 1. Bentuk fisik polong buah asam

Keterangan : (a). Polong buah asam muda, (b). polong buah asam tua, (c). polong buah asam dan biji, (d). polong buah asam dalam keadaan kering.

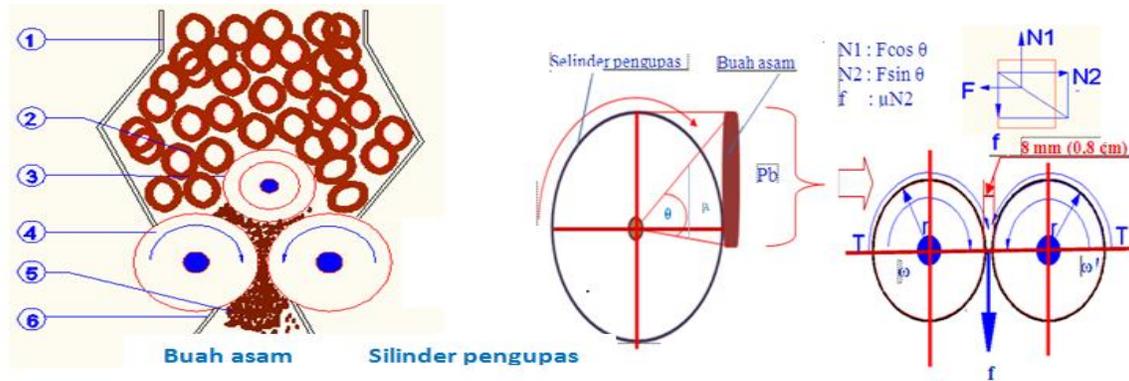
2.2. Sifat Fisik dan Mekanik bahan Uji

Sifat fisik bahan uji diambil dari buah asam berupa polong buah asam yaitu bagian daging dan biji buah asam. Pengetahuan dari suatu sifat fisik tanaman pada bagian buahnya sangat diperlukan untuk mengetahui rekasi dari bahan terhadap gaya pengupasan dan deformasi. Hal tersebut akan mempermudah untuk menemukan *Logical solution* untuk mengembangkan desain alat pengupas (perrson,1987). Alat yang dibuat untuk mengetahui gaya yang perlu dipelajari karakteristik dari bahan tersebut, karena perbedaan ukuran dan bagian struktur antara skala laboratorium dan *real* dilapangan (Holman and Gajda,1989)

Pengolahan buah asam yang diharapkan adalah pemisahan antara daging dan biji, dasar pemisahannya yaitu penyobekan plasenta untuk memisahkan biji dari daging asam. Proses pengolahan buah asam secara tradisional pada prinsipnya meliputi: pengambilan dari hutan, pemisahan kulit luar, pembersihan serat jaringan pengikat buah, penjemuran dan proses pemisahan biji dari daging asam.

2.3. Mekanisme Pengupasan

Analisis mekanisme dan kebutuhan torsi pengupas biji asam, dilakukan pendekatan kinematika dan geometri mekanisme pengupasan. Hasil mekanisme pengupasan menunjukkan bahwa kebutuhan torsi untuk pengupasan tergantung pada: koefesien gesek kinetik antara permukaan silinder pengupas dan permukaan daging buah asam yang dikupas, gaya pengupasan, kecepatan putar silinder pengupas, jari-jari silinder pengupas, komponen gaya normal (gaya dorong). Gambar 12 memperlihatkan mekanisme pengupas yang dapat dijadikan sebagai analisis kebutuhan gaya pengupas.



Gambar 2. Mekanisme pengupasan biji buah asam

Keterangan:

1. Hopper , 2. Buah asam 3. Ulir pemisah biji 4. Silinder pengupas 5. Daging asam murni
6. Pisau penggores asam

• **Kebutuhan gaya yang diperlukan untuk pengupasan :**

$$f = \mu N_2 \text{ (Newton)} \tag{1}$$

N₂ : Gaya saat pengujian (Newton)

• **Gaya normal sebagai fungsi dari perubahan sudut :**

$$F = f \cos (\theta) t \text{ (Newton)} \tag{2}$$

Jika : (F): Gaya normal (Newton), f : Gaya gesek (Newton), θ : Sudut kontak ($^{\circ}$), t : Waktu (detik)

• **Panjang kontak selinder pengupasan setiap saat (Pb):**

$$Pb = \left[\frac{\theta}{360} \right] 2\pi R \text{ (cm)} \tag{3}$$

• **Luas bidang kontak selinder pengupas**

$$A = Pbl = l \left[\frac{\theta}{360} \right] 2\pi R \text{ (cm)} \tag{4}$$

l adalah lebar silinder (cm) dan θ adalah sudut kontak ($^{\circ}$)

• **Gaya silinder pengupas dan buah asam.**

Gaya pengupasan sebagai fungsi dari waktu untuk nilai koefisien gesek dan gaya pengupasan :

$$F_{pt} = \mu k [F \cos \theta(t)] + f_t l \left[\left(\frac{\theta(t)}{360} \right) \right] 2\pi R \text{ (Newton)} \tag{5}$$

jika

(F_{pt}) : gaya pengupasan (Newton), (F) : gaya normal (Newton) (μ k): koefisien gesek (μ)

(t) : waktu (detik) (R): jari-jari celah silinder (cm) θ : sudut kontak ($^{\circ}$)

(f_t) : gaya pengupasan saat pengujian (Newton) (l) : lebar silinder (cm)

• **Koefisien gesekan antara buah asam dan komponen pengupas**

$$f = \mu k f_s \tag{6}$$

(f) : Gesekan antara buah asam dengan komponen pengupas (Newton), (μ k): koefisien gesek antara buah asam dengan komponen pengupas , f_s : gaya sentrifugal dari buah asam yang bergerak melingkar (Newton)

2.4. Torsi pengupas

Analisis kebutuhan torsi penyayat dan pengupas biji buah asam, buah asam yang telah melewati unit penyayat selanjutnya masuk pada selinder pengupas. Torsi yang terjadi diperoleh dari selisih antara rata-rata sebelum pembebanan dan rata-rata tegangan setelah diberi beban sehingga dapat dianalisis dengan persamaan berikut.

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \text{ (rad/detik)} \quad T = \frac{P}{\omega} \text{ (Nm)} \quad (7)$$

Kebutuhan daya pengupasan

Analisis kebutuhan daya sangat penting khususnya dalam memilih kebutuhan energi untuk menggerakkan mesin yang diperoleh dari perbandingan antara: kebutuhan tenaga dari mesin dan kapasitas mesin sehingga dapat dianalisis dengan Persamaan kebutuhan energi.

$P = V.I$ (watt)

$$\text{Kebutuhan energi} = \frac{P}{\text{Kapasitas mesin}} \quad (8)$$

a. Kapasitas pengupas

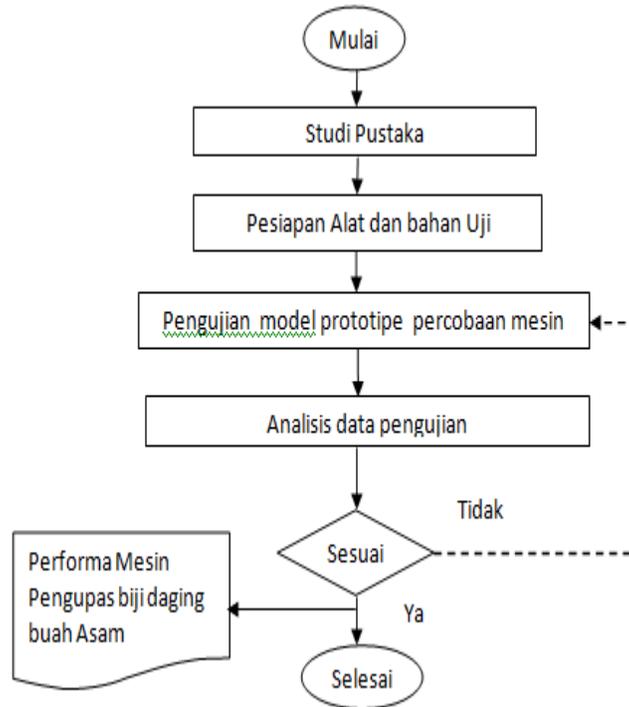
Kapasitas pengupas yaitu: jumlah polong buah asam yang digunakan pada corong pengumpan dalam waktu tertentu pada setiap perlakuan sehingga dapat dijadikan sebagai acuan untuk mengetahui kinerja mesin dalam perancangan prototipe mesin.

$$\text{Kapasitas (kg/jam)} = (\text{berat polong}) \times \frac{360}{t \text{ (detik)}} \quad (9)$$

3. Metode Penelitian

3.1. Tahapan penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap seperti disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

3.2. Rancangan percobaan dan pengujian prototype mesin

Tahapan ini dilakukan pengujian terhadap model alat mesin pengupas biji asam untuk mengetahui kinerja dari pada alat berupa: kapasitas, torsi dan kebutuhan daya pengupasan dapat disajikan pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Rancangan percobaan dan pengujian mesin

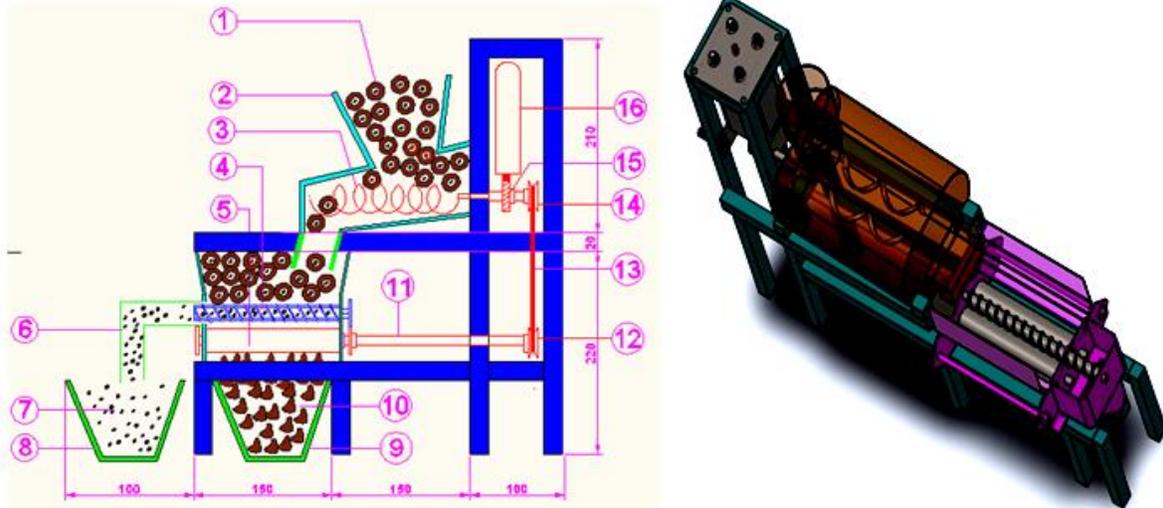
| Perlakuan | Ulangan I | Ulangan II | Ulangan III |
|-----------|-----------|------------|-------------|
| R1B1 | R1B11 | R1B12 | R1B13 |
| R2B1 | R2B11 | R2B12 | R2B13 |
| R3B1 | R3B11 | R3B12 | R3B13 |
| R1B2 | R1B21 | R1B22 | R1B23 |
| R2B2 | R2B21 | R2B22 | R2B23 |
| R3B2 | R3B21 | R3B22 | R3B23 |
| R1B3 | R1B31 | R1B32 | R1B33 |
| R2B3 | R2B31 | R2B32 | R2B33 |
| R3B3 | R3B31 | R3B32 | R3B33 |

Keterangan : R : rpm R1 : 890 rpm R2 : 1065 rpm R3 : 1220 rpm
 B : beban B1 : 100 gram B1: 200 gram B3 : 300 gram

Parameter yang diukur dalam pengujian mesin pengupas meliputi torsi, daya, kapasitas dan efisiensi kinerja mesin. Analisis data dilakukan menggunakan grafik, standar deviasi dan standar deviasi relatif.

3.3. Data Desain struktur mesin dapat disajikan pada gambar berikut

Perancangan Struktur Mesin dapat disajikan pada gambar 4 dibawah ini:



Gambar 4. Struktural Mesin Pengupasan Biji Daging Buah Asam

Keterangan :

(1) Buah asam, (2) Hopper (3). Uilir penyayat (4). Uir pemisah biji (5). Silinder pengupas (6). Corong pengarah biji (7) Biji asam (8) Tempat penampung biji asam (9) Tempat penampung asam murni (10). Asam murni 11. Poros penggerak unit pengupas (12). Pully (13). Vant-belt (14). Pully (15). Gear penghubung (16). Motor penggerak

3.4. Data hasil pengukuran mekanisme pengupas

Hasil pengukuran performa mesin berupa torsi, gaya, daya dan efisiensi pengupas dapat disajikan pada Tabel 2.

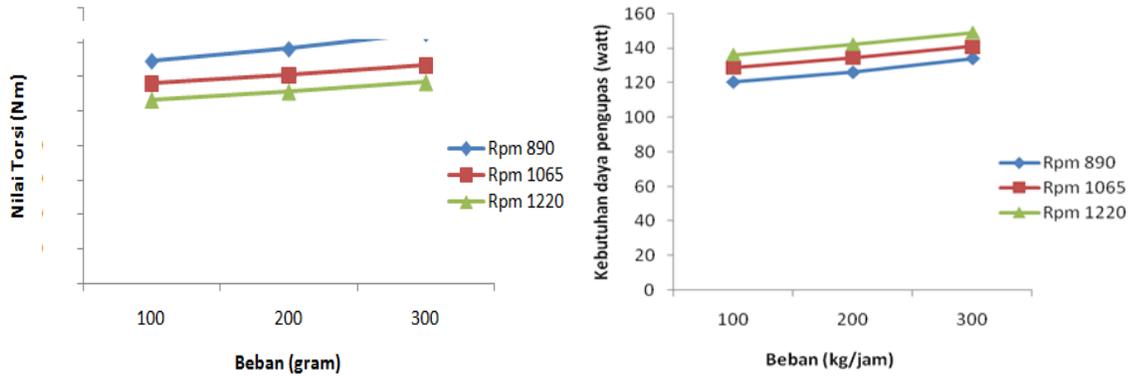
Tabel 2. Hasil pengukuran torsi, gaya, daya dan efisiensi pengupas

| Beban (gram) | Torsi (Nm) | | | Gaya (N) | | | Daya (watt) | | | Efisiensi (%) | | |
|-----------------|-------------|------|------|----------|------|------|-------------|------|------|---------------|------|------|
| | Rpm | | | Rpm | | | Rpm | | | Rpm | | |
| | 890 | 1065 | 1220 | 890 | 1065 | 1220 | 890 | 1065 | 1220 | 890 | 1065 | 1220 |
| 100 | 1,29 | 1,16 | 1,07 | 1.61 | 1.44 | 1.33 | 120 | 129 | 136 | 49 | 57 | 55 |
| 200 | 1,36 | 1,21 | 1,11 | 1.70 | 1.51 | 1.39 | 126 | 135 | 142 | 50 | 60 | 58 |
| 300 | 1,45 | 1,26 | 1,17 | 1.99 | 1.58 | 1.46 | 134 | 141 | 149 | 52 | 65 | 60 |

4. Pembahasan

4.1. Torsi dan kebutuhan daya Pengupasan

Analisa Torsi dan daya pengupasan dapat disajikan pada gambar 5 dibawah ini.



5a. Torsi Pengupas
5b. Daya Pengupas
Gambar 5. Grafik analisa kebutuhan torsi pengupas.

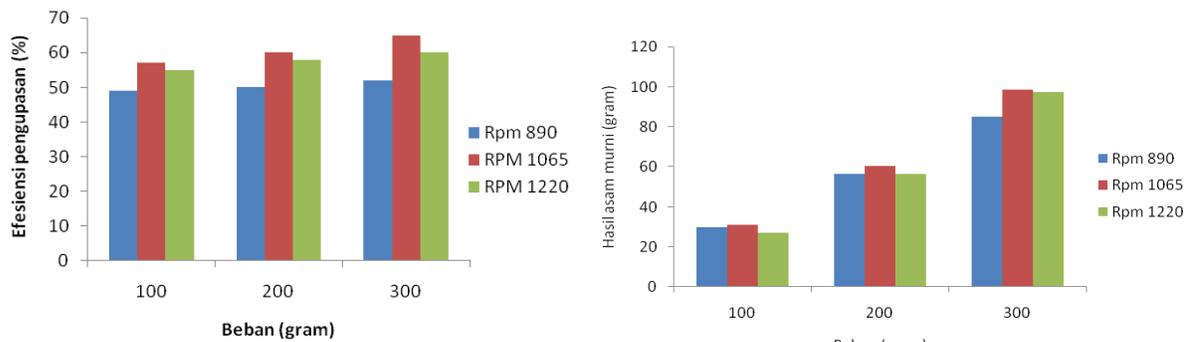
Grafik gambar 5 merupakan hubungan antara torsi pengupas, kecepatan putar pengupas dan tingkat beban menunjukkan bahwa terjadinya peningkatan torsi yang besar seiring dengan bertambahnya tingkat beban untuk semua perlakuan namun sebaliknya nilai torsi akan menurun sering meningkatnya kecepatan putar mesin. Kebutuhan torsi terbesar terjadi pada kecepatan putaran mesin 890 rpm dengan torsi sebesar 1,45 Nm pada tingkat beban yang diberikan sebesar 300 gram. Sedangkan untuk kecepatan putar mesin 1220 rpm torsi yang terjadi adalah 1,17 Nm pada perlakuan beban 300 gram.

4.2. Daya pengupas

Data pengujian daya dibutuhkan sebagai penggerak untuk mengoperasikan mesin pengupas buah asam dengan melakukan perbandingan antara arus yang dibutuhkan dan tegangan yang terjadi yaitu : Grafik dari olah data daya pengupas ditunjukkan pada Gambar 5b. dapat dicermati bahwa kebutuhan daya meningkat seiring bertambahnya perlakuan pada putaran mesin dan tingkat beban. Daya terbesar terjadi pada kecepatan 1220 rpm yaitu 149,1 watt dengan perlakuan beban sebesar 300 gram sedangkan kebutuhan daya akan menurun dipengaruhi oleh tingkat perlakuan beban dan putaran mesin yang rendah.

4.3. Hubungan kecepatan putar, kapasitas dan daya pengupas

Grafik tersebut menunjukkan bahwa terjadinya peningkatan daya pada unit pengupas dipengaruhi oleh meningkatnya kapasitas mesin. Kecepatan putar 1220 rpm kapasitas mesin yang dihasilkan adalah 4,5 kg/jam dengan energi pengupasan terkecil per kg buah asam adalah 33,13 Watt kg/jam



6a. Efisiensi Pengupasan
6b. Hasil Asam Murni
Gambar 6. Grafik analisa hasil asam murni tiap perlakuan

Hasil perolehan hasil asam murni terbesar yaitu 98,42 gram pada kecepatan putar mesin 1065 rpm dengan perlakuan beban sebesar 300 gram sedangkan pada kecepatan putar mesin 1220 rpm dengan perlakuan beban 300 gram perolehan hasil asam murni sebesar 97 gram.

Data pengujian hasil asam murni dari grafik hasil pengupas dapat dibuktikan yaitu dengan perlakuan beban yang besar serta kecepatan putar mesin yang tinggi diharapkan adanya peningkatan pada hasil pengupasan namun hal ini fluktuatif dimana pada kecepatan putar mesin tinggi ternyata hasil pengupasan kurang efektif sehingga dari pengamatan ini ternyata efektifitas hasil pengupas berada pada kecepatan sedang, hal ini dipengaruhi oleh tekstur buah asam yang lembek sehingga dalam proses pengupasan harus satu sampai tiga ulangan dibanding bahan pertanian lainnya.

4.4. Efisiensi pengupasan mesin

Hasil analisa efisiensi kinerja pengupas dimana kecepatan putar mesin yang tercepat efisiensinya menurun (60 %) disebabkan Rpm mesin tertinggi (1220 rpm) unit pengupas tidak mengupas jumlah asam yang ada dalam hopper, sehingga dapat disimpulkan bahwa efisiensi pengupas mesin yang efektif terjadi pada kecepatan putar mesin sedang yaitu 1065 rpm dengan nilai efisiensi sebesar 65 % pada perlakuan beban sebesar 300 gram, sedangkan efiseinsi terendah yaitu 52 % pada kecepatan putar mesin 890 rpm dengan perlakuan beban 300 gram.

5. Kesimpulan dan saran

5.1. Kesimpulan

1. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa gaya dan torsi kebutuhannya menurun seiring bertambahnya kecepatan mesin, Nilai torsi terkecil yaitu 1.35 Nm pada Rpm 1220 dan terendah yaitu 1.10 Nm pada Rpm 890, sementara nilai kebutuhan daya bertambah seiring bertambahnya kecepatan Mesin dengan nilai terkecil pada 153 watt pada Rpm 890 dan nilai daya terbesar yaitu 179 watt pada Rpm mesin 1220.
2. Efisiensi kinerja pengupas menunjukkan bahwa pada kecepatan putar mesin yang tercepat efisiensinya menurun (60 %) disebabkan pada kecepatan mesin tertinggi (1220 rpm) unit pengupas tidak mengupas jumlah asam yang ada dalam hopper, sehingga dapat disimpulkan bahwa efisiensi pengupas mesin yang efektif pada kecepatan putar mesin sedang yaitu 1065 rpm dengan nilai efisiensi sebesar 65 % pada perlakuan beban sebesar 300 gram, sedangkan efiseinsi terendah yaitu 52 % pada kecepatan putar mesin 890 rpm dengan perlakuan beban 300 gram.
3. Uji percobaan mesin telah dilakukan dengan memperoleh efektifitas pengupasan sebesar 65 %. Nilai tersebut belum mencapai target 90 % yang diharapkan sehingga perlu analisa lebih lanjut pada sifat fisik mekanik buah asam (daging plasenta dan biji) serta analisa pada mekanisme pengupas berupa luas bidang kontak silinder pengupas, panjang kontak silinder pengupas setiap saat dan jari-jari celah poros pengupas.

5.2. Saran

Performa mesin yang dibuat masih jauh dari sempurna sehingga disarankan agar penelitian selanjutnya perlu perbaikan ke arah yang lebih sempurna. Hal tersebut dikarenakan efektifitas pengupasan belum mencapai target > 80 %, dimungkinkan untuk penambahan pelapisan material (stainless steel) pada poros pengupasan agar efektifitas gesekan antara daging buah asam dan poros pengupas meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, 1998, **Standards Engineering Practices Data, ASAE Standards, 45th edition.** USA.
2. Anonim, 2002, **Standard Test Methods of Static Test of Lumber in Structural Sizes.** ASTM Standards. Designation : D 198-99.
3. Dieter, G. E, 1991, **Engineering Design, A Materials and Processing Approach. second Edition.** McGraw-Hill. Inc. Singapore.
4. Chattopadhyay, P.S and K.P. Pandey, 1999, **Mechanical Properties Of Shorgum Stalk in relation to Quasi-static Deformation.** Journal Agric. Engng Res. 73,199-206.
5. Dally, J. W, Riley and K. G. McConnel, 1993, **Instrumentation For Engineering Measurements.** John Wiley and Sons, Inc. New York.
6. Hendarson, S M and R L Perry, 1975, **Agriculture Process Engineering.** AVI Publishing Co Inc Westport, Connecticut.
7. Holman, J. P. and W.J. Gajda, 1989, **Experimental Methods For Engineers (fifth edition),** Mc Graw Hill, Inc. New York.
8. Khazei, J. H. Rabani, A. Ebadi and F. Golbabaei, 2002, **Determining The Shear Strength And Picking Force of Pyrethrum,** Paper No 02-221, AIC Meeting. CSAE/SCGR Program. Saskatoon, Saskatchewan.
9. Mohsenin, N.N, 1986, **Physical Properties of Plant and Animal Materials,** Gordon and Breach Science Publisher, New York.
10. Nash, W. A. 1977. **Theory and Problems. Strength of Materials.** Schaum Outline Series. McGraw-Hill .Inc. USA.
11. Perrson, S, 1987, **Mechanics of Cutting Plant Material.** An ASAE Monograph, St Joseph, Michigan : ASAE.
12. Srivastava A.K, Georing C.E, and Rohrbach R.P, 1993, **Engineering Principles Of Agricultural Machines,** ASAE, America.
13. Suastawa, I. N, dan Radite P.A.S, 1998, **Rancang Alat Percobaan untuk Menentukan Koefisien Gesek Biji Kacang-kacangan dengan Berbagai Permukaan Material.** Laporan Akhir Penelitian. Jurusan Teknik pertanian, FATETA. IPB, Bogor.
14. Soetisna, U dan E Hidayat, 1977, **Pohon Asam (Tamrindus Indica L.).** Buletin Kebun raya, Volume 3 No.2, Bogor.
15. Ulman, D. G, 1992, **The Mechanical Design Process.** McGraw-Hill. Inc. United States of America.
16. George H. Martin dan Setiyobakti, 1990, **Kinematika dan Dinamika Teknik,** Erlangga, Jakarta.