

OPTIMALISASI PROSES PENGUPASAN KULIT TANDUK DAN SANGRAI UNTUK PENINGKATAN KUALITAS DAN KUANTITAS BIJI KOPI¹⁾

Yosrihard Basongan, Muh. Arsyad Habe, Dermawan²⁾

Abstrak: Penelitian ini bertujuan memudahkan pelepasan kulit tanduk biji kopi, menurunkan beban kerja para pekerja, meningkatkan kapasitas produksi dan kualitas biji kopi. Metode Penelitian yaitu metode perbaikan desain konstruksi mekanisme pengupasan kulit tanduk pada bagian penggilas, pemisahan bilit dan biji, kecepatan penggilas, dan motor penggerak. Produk hasil gilasan biji kopi diuji pada kecepatan bervariasi, kapasitas gilas, waktu gilas untuk mengetahui kemampuan produk mesin yaitu kuantitas dan kualitas dapat diketahui. Penelitian ini menghasilkan mesin pengupas kulit tanduk biji kopi terdiri dari rangka, mekanisme penggilas, motor penggerak, blower pemisah biji kulit dan elemen penggerak. Hasil uji coba menunjukkan kapasitas maksimum 57 kg/jam kualitas pengupasan 95.6% dapat dilakukan oleh 1 orang.

I. PENDAHULUAN

Kabupaten Tingkat II Tana Toraja merupakan penghasil kopi terbesar di Propinsi Sulawesi Selatan, dan kopi dari daerah ini memiliki aroma dan rasa yang khas. sehingga wajar jika banyak tenaga kerja yang terserap pada sektor ini, baik itu sebagai petani kopi, pedagang/eksportir maupun yang bergerak dibidang industri pengolahan kopi.

Di daerah ini terdapat industri pengolahan kopi biji dalam kapasitas besar untuk pemasaran ekspor yaitu Litha & Co dan perusahaan asing (Jepang) yaitu Toraja Arabica Coffee Jaya (TOARCO JAYA), industri ini menggunakan mesin pengolahan kopi biji moderen sehingga mutu kopi yang dihasilkan berkualitas. Tetapi untuk mengolah kopi biji dalam skala kecil banyak dilakukan oleh industri rumah tangga. Salah satu wilayah yang terkenal sebagai penghasil kopi bubuk ialah kecamatan Rantepao.

Hasil pengolahan kopi biji oleh industri kecil setempat pemasarannya saat ini masih pada konsumsi dalam negeri, hal ini dikarenakan tingkat produktifitas dan kualitas kopi yang dihasilkan masih rendah disebabkan mesin produksi yang digunakan masih sederhana dan bersifat manual.

Buah tanaman kopi berupa biji, setiap bijinya mengandung dua butir biji. Buah biji kopi memiliki 4 (empat) lapisan kulit yang terdiri dari: kulit luar, daging buah, kulit tanduk dan biji. Keempat lapisan kulit buah kopi ini kulit tanduk merupakan kulit yang paling sulit dilepas karena sifatnya yang keras.

¹ Penelitian Hibah Bersaing Dikti Tahun 2009

² Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang



Gambar 1. Bagian-bagian buah kopi

Untuk setiap 1 Ha areal perkebunan kopi rakyat dapat menghasilkan buah kopi antara 400 hingga 600 Kg dalam sekali panen (sumber petani kopi rakyat Tana Toraja).

Pengupasan kulit kopi bertujuan untuk memisahkan kulit kopi dari daging buah yaitu kulit tanduk yang melengket pada biji kopi. Pelepasan kulit terluar dan daging dipisahkan saat kopi baru dipetik dan tidak perlu dijemur, setelah kulit terluar dan daging buah dilepas biji kopi menjadi 2 bagian biji yang masih memiliki kulit tanduk. Agar kulit tanduk mudah dilepas biji kopi dijemur sampai dengan kandungan kadar air $\pm 12\%$ yang bertujuan agar kulit tanduk kopi menjadi getas sehingga saat pelepasan kulit tanduk mudah pecah dan terlepas dari biji kopi.

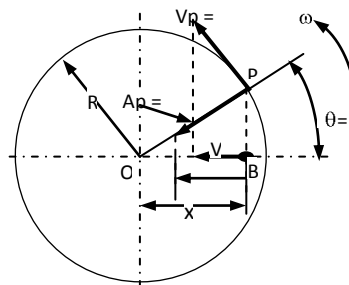
Menurut Holowenko (1992) perancangan mesin secara umum terbagi dalam 4 kelompok yakni kinematika, analisa gaya, pemilihan bahan, dan penentuan dimensi komponen (elemen) mesin.

Sebuah partikel yang mempunyai perpindahan gerak menurut garis lurus akan mempunyai gerak harmonis sederhana (simple harmonic motion), jika percepatannya tidak sebanding dengan pergeseran dari partikel tersebut terhadap titik yang tetap dan dengan arah berlawanan. Secara matematis George H. Martin (1985) menuliskan sebagai berikut:

$$A = -Kx$$

Dengan, A = percepatan;
 x = lintasan dan
 K = Konstanta.

Untuk menyatakan gerak harmonis dengan proyeksi dari sebuah titik yang bergerak pada sebuah lingkaran terhadap diameternya.



Gambar 2. Gerak harmonis suatu percepatan

Pada gambar 2 di atas, jika garis OP berputar dengan kecepatan sudut tetap ω dan B adalah proyeksi pada sumbu x, Jarak titik B dari titik O adalah:

$$X = R \cos \omega t$$

Dengan kecepatan V dan percepatan A adalah:

$$V = \frac{dx}{dt} = -R\omega \sin \omega t$$

$$A = \frac{d^2x}{dt^2} = -R\omega^2 \cos \omega t$$

1. Analisa Gaya

Elemen terpenting dari mesin yang dirancang adalah poros yang berfungsi untuk meneruskan daya motor ke penggilas. Poros ini akan menerima pembebanan utama berupa torsi dan lenturan, disamping pembebanan tarik atau tekanan, yang diakibatkan elemen sabuk dan elemen lainnya. Penentuan faktor keamanan disesuaikan dari pembebanan dari elemen yang bekerja pada sistem.

a. Momen Puntir

Jika daya motor P (kW) yang ditransmisikan dengan putaran n (rpm) yang diberikan, maka menurut Sularso (1978) dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1}$$

Dengan; T (Kg, mm); P_d = Daya rencana (kW); dan n= putaran poros (rpm)

Momen lentur dapat terjadi karena adanya gaya luar dimana gaya tersebut yang bekerja tegak lurus terhadap sumbu poros, sehingga akan menyebabkan poros melentur, sehingga kekuatan poros dapat dihitung dengan persamaan:

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

Dengan:

σ_b = Tegangan bengkok (kg/mm²)

M_b = Momen bengkok; dan

W_b = Momen tahanan bengkok $w_b = \frac{\pi d^3}{16}$ (mm³)

Jika poros menerima momen ekuivalen yaitu momen torsi dan momen lentur, maka diameter poros dihitung:

$$d^3 = \frac{32}{\pi \cdot \sigma_b} \sqrt{K_m \cdot M_b^2 + K_t \cdot M_p^2}$$

Untuk merangkai bagian-bagian mesin digunakan sambungan-sambungan diantaranya dengan pengelasan, baut-mur, dan pengelingan.

Kekuatan sambungan baut didasarkan gaya geser yang terjadi diameter kritis, yaitu diameter inti dimana dapat dihitung dengan persamaan:

Tegangan geser pada baut:

$$\tau_g = \frac{P}{\pi \cdot d_1 \cdot k \cdot p \cdot z}$$

Dengan ;

- P = beban tarik aksial (kg)
- D_1 = diameter inti (mm)
- k = konstanta ;
- p = jarak antara puncak ulir (mm) dan
- z = jumlah ulir

Tegangan geser pada mur

$$\tau_n = \frac{P}{\pi \cdot D_1 \cdot j \cdot p \cdot z}$$

Dengan;

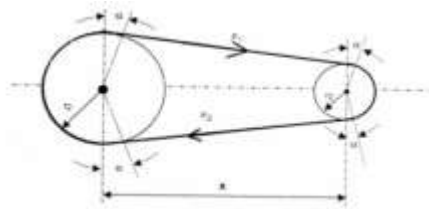
- P = beban tarik aksial (kg)
- D_1 = diameter nominal (mm)
- J = konstanta
- P = jarak antara puncak ulir (mm) dan
- Z = jumlah ulir

Dalam pemilihan elemen mesin dan bahan yang digunakan selalu didasarkan pada pertimbangan-pertimbangan gaya yang bekerja, bentuk konstruksi dan lingkungan dimana setiap komponen dan bahan yang digunakan. Beberapa elemen penting yang digunakan dalam perancangan mesin ini antara lain:

Pulli digunakan jika menggunakan transmisi dengan sabuk, pemilihan pulli didasarkan pada perbandingan putaran yang ditransmisi, dan ukuran sabuk yang digunakan umumnya terbuat dari bahan baja cor dan Aluminium, yaitu dengan persamaan perbandingan putaran dan diameter sebagai berikut:

$$\frac{D_2}{N_1} = \frac{D_1}{N_2}$$

Sabuk termasuk elemen transmisi yang fleksibel, biasanya digunakan pada beban transmisi dan jarak sedang, sehingga pemilihannya didasarkan panjang sabuk, seperti pada gambar 3 berikut:



Gambar 3 Sabuk dan pulli

Persamaan untuk menghitung panjang sabuk adalah sebagai berikut:

$$L_2 = \pi \cdot (r_1 + r_2) + 2x \sqrt{1 - \frac{(r_1 - r_2)^2}{x^2}}$$

Dengan;

- L = Panjang total sabuk (mm)
- r_1 = Radius pulli penggerak (mm)
- r_2 = Radius pulli yang digerakkan (mm)
- x = jarak sumbu poros (mm) dan
- α = sudut kontak sabuk dengan pulli ($^\circ$).

Pemilihan motor didasarkan beban mesin yang akan digerakkan, motor dapat berupa motor bakar torak (ganset) atau motor listrik. Menurut Sularso (1978), jika daya P (kW) yang akan ditransmisikan dan putaran n (rpm), maka perlu pemeriksaan terhadap daya P tersebut. Jika P adalah daya rata-rata yang diperlukan, maka harus dibagi dengan efisien mekanis dari sistim transmisi untuk mendapatkan daya penggerak mula yang diperlukan. Daya yang besar mungkin diperlukan pada saat *start*, atau mungkin beban besar terus bekerja setelah *start*. Dengan demikian maka faktor koreksi diperlukan, sehingga daya rencana dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$P_d = f_c \cdot P \text{ (kW)}$$

Dengan ;

- P_d = Daya rencana
- f_c = faktor koreksi dan
- P = daya nominal

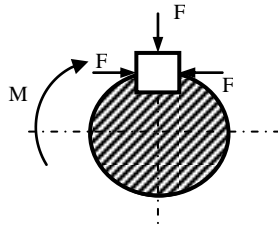
Jika P dalam (PS) dan momen puntir (T) = kg,m, maka daya rencana dihitung sebagai berikut:

$$P_d = \frac{T / 1000 \cdot 2\pi n_1 / 60}{102} \text{ kW}$$

Sehingga momen torsi (T):

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1} \text{ kg.m}$$

Pasak digunakan untuk menetapkan elemen mesin yang bergerak, misalnya menetapkan pulli, roda gigi pada poros, dan elemen-elemen yang lainnya. Pemasangan pasak pada elemen poros dengan pulli seperti diperlihatkan pada gambar berikut:



Gambar 4. Pemasangan pasak pada poros

Kekuatan pasak dihitung didasarkan pada tegangan geser dan moment puntir yaitu:

$$F = \frac{M_p}{b.l} \text{ (kg)}$$

Akibat gaya tangensial mengakibatkan tegangan geser pada luas penampang pasak dimana gaya tangensial bekerja yaitu:

$$\tau_g = \frac{F}{b.l} \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

Dengan;

b = lebar pasak (mm) dan

l = panjang pasak (mm)

Bantalan merupakan elemen mesin dengan fungsi utama sebagai penumpu yang memungkinkan poros dapat berputar dengan mulus. Pemilihannya didasarkan pada gerak dan gaya yang bekerja pada elemen yang akan ditumpu. Jenis bantalan secara umum antara lain: bantalan gelinding, bantalan luncur, dan sebagainya. Kekuatan bantalan didasarkan pada umur pakai dihitung dengan menggunakan persamaan:

a) Umur bantalan:

$$L_h = \frac{10^6 \times x \times L}{60 \cdot x \cdot n_p} \text{ (tahun)}$$

Dengan;

Lh = Umur bantalan (tahun)

L = Jumlah putaran dan

np = Putaran poros (rpm).

II. METODE PENELITIAN

Guna menghasilkan mesin pengupas kulit tanduk biji kopi sesuai dengan tujuan penelitian ini, maka untuk mencapai tujuan yang dimaksudkan dilakukan 4 tahap yaitu: persiapan, tahap perancangan, tahap pembuatan, tahap perakitan dan tahap uji coba kemampuan mesin yang dibuat:

1. Tahap persiapan

Perbaikan proses pemisahan biji kopi dari kulit tanduk dilakukan dengan cara mengubah dari cara tradisional ke cara mekanis. Hal ini dilakukan dengan cara merancang bangun mesin pengupas kulit tanduk kopi yang digerakkan oleh tenaga motor. Cara kerja mesin pengupas kulit tanduk kopi ini yaitu pekerja memasukkan biji kopi yang masih lengkap dengan kulitnya ke dalam corong kemudian mesin mengeluarkan biji kopi yang telah terpisah dengan kulit tanduknya.

2. Proses Perancangan

Perancangan mesin pengupas kulit tanduk biji kopi disesuaikan dengan kapasitas produksi yang akan dihasilkan. Dari hasil rancangan ini kemudian dilakukan pembuatan.

3. Proses pembuatan

Mesin pengupas kulit tanduk secara umum menggunakan dua elemen yaitu elemen-elemen standar dan elemen-elemen yang dibuat, yaitu:

a. Elemen-elemen mesin yang dibuat meliputi:

- Rangka
- Rumah (Penutup)
- Penyetel Celah Roda dan Landasan Penggilas
- Poros
- Roda penggilas
- Pengaturan Kapasitas Gilas
- Corong
- Corong Pengeluaran Kopi
- Corong Pengeluaran Kulit Kopi

b. Elemen-elemen standar (tidak dibuat)

- Motor
- Pulli, yang terdiri dari pulli motor, pulli roda pengilas, pulli blower, dan
- Pulli rata sebagai roda gilas.
- Blower 1KW
- Bantalan Gelinding SKF- FAG
- Sabuk V
- Baut dan Mur
- Paku Keling

Setelah pembuatan mesin telah rampung diselesaikan. maka pengujian dapat dilaksanakan.

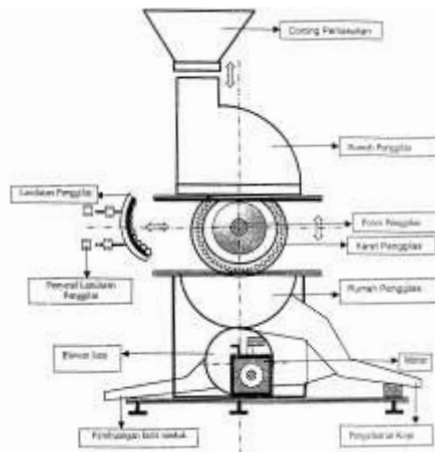
4. Adapun langkah-langkah pengujian yang dilakukan meliputi:

- a. Kopi yang masih memiliki kulit tanduk disiapkan. Dengan terlebih dahulu diuji kadar airnya yaitu $\pm 12\%$ (kopi yang layak untuk digilas).
- b. Mesin dijalankan tunggu hingga mesin beroperasi dengan normal.
- c. Timbang kopi yang akan digilas. Kemudian masukkan ke dalam corong penampungan. Posisi pengatur kapasitas masih tertutup penuh.

- d. Atur pengatur kapasitas giling pada posisi pengatur kapasitas tertutup penuh.
- e. Buka pengatur kapasitas pengatur amati hasilnya. Jika masih ada yang belum terkelupas atur celah roda penggilas dan landasan penggilas dengan memutar baut pengatur. Amati hasilnya jika biji kopi sudah bersih. Periksa hasil pengupasan biji kopi, amati hasilnya (pecah, tergores atau utuh).
- f. Tutup pengaturan kapasitas pada posisi tertutup penuh, dan biji yang belum bersih dikembalikan ke corong penampungan.
- g. pembukaan pengatur dapat diatur kembali sesuaikan dengan kapasitas corong pemasukan.
- h. Catat waktu penggilas yang dibutuhkan hingga penggilas selesai
- i. Matikan mesin, buka penutup (cover) bagian atas amati apakah ada biji kopi yang tertinggal.
- j. Lakukan pengamatan beberapa kali untuk mendapatkan data yang dapat mewakili pengamatan.
- k. Matikan mesin dan bersihkan serta lumasi bagian yang perlu dulumasi. Bilamana selama melakukan pengujian ditemukan masalah-masalah, dapat langsung diselesaikan hingga mesin sesuai dengan tujuan perancangan dan pembuatan mesin.



Gambar 5. Bentuk biji kopi yang telah dilepas kulit tanduknya, gambar a. Biji kopi dengan pengupasan yang baik, b). Biji kopi yang rusak (retak/pecah saat pengupasan dan c) Biji kopi tidak pecah tetapi tergores.

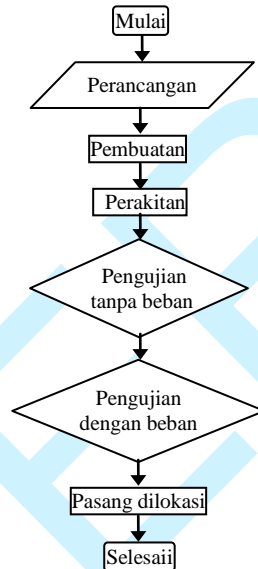


Gambar 6. Rancangan mesin pengupas kulit tanduk kopi

4. Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi yang dirancang yaitu 60 kg/proses yang meningkat 2 kali dari kapasitas produksi yang selama ini dilakukan oleh industri kecil pengolah kopi.

Kegiatan selanjutnya yaitu perakitan, baik komponen-komponen yang dibuat maupun komponen-komponen yang dibeli. Setelah dirakit, mesin tersebut diuji baik pengujian tanpa beban maupun dengan beban. Kekurangan yang ditemukan akan diperbaiki sebelum mesin tersebut di bawa ke lokasi penelitian. Untuk lebih jelasnya kegiatan ini dapat dilihat pada bagan alir pada gambar 6. sedangkan mesin sangrai biji kopi yang akan dirancang bangun diperlihatkan pada gambar 7.



Gambar 7. Bagan alir proses pembuatan mesin pengupas kulit tanduk biji kopi

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan

Perancangan mesin pengupas kulit tanduk biji kopi yang telah dilakukan diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut:

- Lebar landasan penggilas ϕ_p = 21 cm
- Diameter landasan penggilas ϕ_p = 44,8 cm
- Diameter ban penggilas ϕ_b = 43,8 cm
- Lebar ban penggilas ϕ_b = 21 cm
- Volume bak penggilas ϕ_p = 1 liter
- Diameter pulley motor ϕ_1 = 3" (7,62 cm)

- Putaran poros penggilas N_2 = 300 rpm
- Putaran motor N_1 = 1440 rpm
- Diameter pulley poros penggilas D_2 = 14"
- Diameter pulley blower (D_b) = 8"
- Panjang sabuk poros penggilas L_p = 231,5 cm
- Panjang sabuk poros blower L_k = 138,7 cm
- Daya motor P_m = 2 Hp

B. Pembuatan

Sistem pembuatan dari mesin ini dikerjakan dengan pembagian menurut kelompok bahan dari satu komponen dalam satu unit. Ini dimaksudkan agar dapat memisahkan komponen yang bentuk bahan dasarnya sama, sehingga pekerjaannya lebih efektif. Pengelompokan tersebut sebagai berikut:

1. Komponen profil L
 - a. Rangka bawah terbuat dari besi profil L 60 x 60 x 6 mm, dan 50 x 50 x 5 mm
 - b. Dudukan motor dari bahan profil L 60 x 60 x 6 mm
2. Komponen Besi Pejal
 - a. Poros Penggilas dengan ukuran panjang 50 cm yang berdiameter \varnothing 22 mm
 - b. Poros blower dengan panjang 40 cm yang berdiameter \varnothing 22 mm
3. Komponen Plate
 - a. Casing atas dan casing bawah terbuat dari plate dengan tebal 1.2 mm
 - b. Casing blower terbuat dari bahan plate dengan tebal 1.2 mm
 - c. Dudukan penggilas terbuat dari plate dengan ketebalan 5 mm
4. Komponen Estándar berupa:
 - a. Motor penggerak
 - b. Pulli
 - c. Sabuk
 - d. Bantalan
 - e. Baut dan mur
 - f. Ban, dan
 - g. Pelek Mobil

C. Perakitan

Proses perakitan ahila penyusunan dalam satu bentuk satu sama lain yang saling mendukung sehingga membentuk mekanisme kerja sesuai yang diinginkan, adapun prosedur perakitan sebagai berikut:

Rangka yang telah dibuat diletakkan diatas lantai agar memudahkan memasang komponen-komponen yang ada diatasnya. Komponen rumah penggilas yang dibuat terbagi dua berupa lingkaran. Rumah penggilas bagian bawah dilas pada rangka, kemudian memasang roda penggilas dengan porosnya dan landasan penggilas, setelah

itu memasang penutup casing atas dan corong pemasukan, dan dilanjutkan pemasangan blower serta porosnya. Langkah berikutnya yaitu pemasangan pulley dan sabuk pada tiap-tiap poros yang dihungkan dengan poros motor penggerak. Langkah berikutnya dapat dilakukan pengujian mesin yang telah di rakit.

D. Pengujian

Metode pengujian mesin pengupas kulit tanduk dilakukan dengan pengujian berdasarkan jumlah biji dan pengujian berdasarkan kapasitas produksi setiap jamnya.

1. Pengujian berdasarkan jumlah biji kopi

Berat biji kopi dalam tempat penggilaan sebanyak 0.5 liter, melalui percobaan didapat , setiap 0,5 liter biji kopi berjumlah \pm 1300 biji kopi. Dari percobaan diperoleh tiap biji kopi seberat 0,18 gram berarti massa biji kopi didalam penggilaan 0,234 kg.

Adapun pengujian jumlah biji kopi seperti tabel 1.1

Tabel 1. Prosentase pengupasan biji kopi

No	Biji Kopi (biji)	Terkupas (biji)	Tidak terkupas (biji)	Prosentase(%)
1	100	92	8	92
2	300	292	8	97,3
3	500	487	13	97,4

$$\frac{\sum \%}{n} = 95.6\%$$

2. Pengujian Kapasitas Produksi Mesin

Pengujian ini untuk mengetahui kelayakan produksi mesin, yaitu dengan menguji kopi biji sebanyak 100 kg. Pengujian biji kopi yang telah dilakukan untuk 100kg biji kopi dibutuhkan waktu 105,8 menit, atau rata-rata produksi 57 kg/jam.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dari penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Kulit tanduk biji kopi lebih mudah terlepas dengan pengaturan penggilas pada roda penggilas.
2. Penggunaan mesin pengupas kulita tanduk ini akan menurunkan beban pekerja, karena pekerja hanya memasukkan biji kopi di corong poemasukkan
3. Kapasitas produksi maksimun dari mesin ini 57 kg/jam
4. Kualitas biji kopi yang sebesar 95,6 %

V. DAFTAR PUSTAKA

AR. Holowenko.1992.*Dinamika Permesinan*. Jakarta: Erlangga

65 Yosrihard Basongan, Muh. Arsyad Habe, Dermawan, *Optimalisasi Proses Pengupasan Kulit Tanduk dan Sangrai untuk Peningkatan Kualitas dan Kuantitas Biji Kopi*

Gerling. 1985. *All about Machine Tools*. New Delhi: Wiley Eastern Limited.

George H. Martin. 1985. *Kinematika dan Dinamika Teknik*. Jakarta: Erlangga.

Henzi, dkk. 2002. *Rancang Bangun Mesin Pengupas Kulit Tanduk Kopi*. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Rochim, T. 1993. *Teori & Teknologi proses permesinan*. Laboratorium Teknik Produksi dan Metrologi Industri Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri ITB

Singh Shamsher. 1997. *Coffee, Markets Prospects and Depolopment Lending*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

Sularso, Suga Kyokatsu. 1994. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradya Paramitha.

Tumonglo, Yohannis, dkk. 2004. *Modifikasi Mesin Pengupas Kulit Tanduk Kopi*. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.