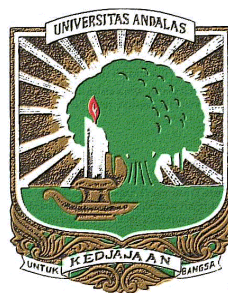


**RANCANG BANGUN ALAT PEMBELAH BUAH PALA
(*Myristica sp.*) SEMI MEKANIS**

Oleh:

**ULTRA MASWIRA
1111112058**



**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2015**

**RANCANG BANGUN ALAT PEMBELAH BUAH PALA
(*Myristica sp.*) SEMI MEKANIS**

Oleh:

**ULTRA MASWIRA
1111112058**



Skripsi

*Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknologi Pertanian*

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2015**

**Judul Skripsi: Rancang Bangun Alat Pembelah Buah Pala (*Myristica sp.*)
Semi Mekanis**


Nama : Ultra Maswira

No Bp : 1111112058


Menyetujui

Pembimbing I

Pembimbing II



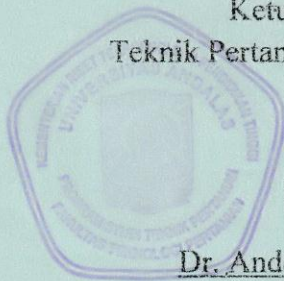
Prof. Dr. Ir. Santosa, MP
NIP. 19640728 198903 1 003



Mislaini R., S.TP, MP
NIP. 19770514 200501 2 003

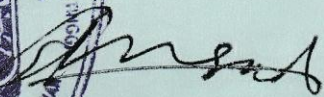
Mengetahui

Ketua Program Studi
Teknik Pertanian – Universitas Andalas



Dr. Andasuryani, S.TP, M.Si
NIP. 19730413 1998022 001

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Andalas




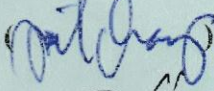
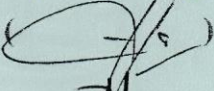
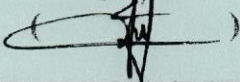
Prof. Dr. Ir. Santosa, MP
NIP. 19640728 198903 1 003

Tanggal Ujian : 25 Agustus 2015

Tanggal Lulus : 25 Agustus 2015



Skripsi dengan judul "Rancang Bangun Alat Pembelah Buah Pala (*Myristica sp.*) Semi Mekanis" oleh Ultra Maswira (111112058) telah diuji dan dipertahankan di depan Sidang Panitia Ujian Akhir Sarjana Teknologi Pertanian pada Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas Padang dan dinyatakan lulus pada tanggal 25 Agustus 2015.

| No. | Nama | Tanda Tangan | Jabatan |
|-----|-----------------------------|--|------------|
| 1. | Dr. Andasuryani, S.TP, M.Si | () | Ketua |
| 2. | Omil C. Chatib, S.TP, M.Si | () | Sekretaris |
| 3. | Mislaini.R, S.TP, MP | () | Anggota |
| 4. | Fadli Irsyad, S.TP, M.Si | () | Anggota |

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi **Rancang Bangun Alat Pembelah Buah Pala (*Myristica sp.*) Semi Mekanis** yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana Teknologi Pertanian merupakan hasil karya tulis saya sendiri, kecuali kutipan dan rujukan yang masing-masing telah dijelaskan sumbernya, sesuai dengan norma, kaedah dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi - sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Padang, 10 November 2015

Ultra Maswira
111112058

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahil'alaamiin...

Puji dan syukur ku ucapkan pada-Mu ya ALLAH ya Rabb atas segala limpahan nikmat, rahmat, hidayah dan karunia yang telah hamba terima. Atas izin-Mu ya ALLAH, perjuangan dan perjalanan yang panjang ini bisa ku lewati hingga akhir. Shalawat serta salam kepada Nabi Muhammad SAW, pemimpin dan suri tauladan yang baik bagi seluruh umat muslim.

Dengan rasa bangga ku persembahkan karya kecil ini kepada:

Ayah (Kesmedi) dan Ama (Nurtini) yang telah membesarkan, menjaga dan merawatku dari kecil hingga sampai saat sekarang ini, yang tak pernah bosan - bosan mengajari dan menyemangatiku dalam perjuangan untuk memperoleh gelar sarjana ini. Terima kasih atas keringat yang kalian keluarkan sebagai rasa tanggung jawab kepada ku, walaupun mungkin aku tak dapat membalas semuanya, tapi setidaknya ini dapat menjadi bagian kecil dari kebahagiaan kalian. Semoga Allah SWT selalu memberikan nikmat kesehatan, kebahagiaan, kemudahan dan umur yang panjang. Amin.

Untuk Kakak - kakak dan adik - adikku : Uni Put, Uni Adek (Tarimo kasih bantuan uni salamo ko, untuak bali laptop, bayia uang kuliah, pitih balanjo, tambah lo kini ciek lai bali HP, hahaha). Divo Hidayati (mokasi juo atas bantuannyo salamo ko untuak abang) Nofi (semangat sekolah nyo semoga bisa lo kuliah bisuak kalau lah lulus SMA, mokasi juo alah mancucian baju kuliah abang) bg Iyal (mokasi banyak bantuannyo salamo ko bg) semoga kebaikan kalian bisa tabalehan jikalau denai sukses bisuak, tolong do'a kan se lah. Selanjutnya terima kasih kepada tek Ijah, da Car yang alah mambantu salamo kuliah. Kemudian terima kasih ku kepada Eka Sry Pertiwy, S.TP yang selalu menemani ku saat berjuang dengan susahnyanya menulis Skripsi ini.

Terimakasih buat seluruh keluarga besar ku yang telah membantu baik moril maupun materil, buat Abak ama (alm) Amak ama, abak ayah (alm) amak ayah (alm) terimakasih telah memberikan ku motivasi yang sangat berharga, semua nasihat mu takkan terlupakan bagiku. Untuk Pak Udin, Pak isaf, pak mawi, pak emen, pak ijun, tek ides, tek boti, tek neti, anghah Idan, wwan siaf, anghah iyal, cik donal, cik amaik, tek siai, ni anih dan seluruh kakak maupun adik dari ayah dan ama yang tidak bisa ku tuliskan sekali lagi terima kasih.

*Selanjutnya ucapan terima kasih kepada Bapak **Prof. Dr. Ir. Santosa, MP** dan Ibu **Mislaini R., S.TP, MP** selaku dosen pembimbing. Yang telah banyak membantu, memberikan ilmu dan membimbingku di antara kesibukan tugas - tugasnya, hingga akhirnya penelitian dan studi saya di Jurusan Teknik Pertanian ini bisa saya selesaikan sesuai dengan waktu yang saya targetkan. Dan hanya ALLAH SWT lah yang bisa membalas semua yang telah Bapak dan Ibu berikan kepada saya selama ini.*

Kemudian kepada seluruh dosen dan karyawan di jurusan Teknik Pertanian : Bapak Dr. Eri Gas Ekaputra, MS, Bapak Agita Tjandra Ph.D, Bapak Prof. Isril Berd, Bapak Dr. Eng Muhammad Makky, Pak Khandra Fahmi Ph.D, Ibu Dr. Andasuryani, S.TP, M.Si, Ibu Dr. Renny Ph.D, Bapak Dr. Ferri Arlius, MSc, Bapak Azrifirwan M.Eng, S.TP, MP, Bapak Omil Charmyn Chatib, S.TP, M.Si, Bapak Fadli Irsyad, S.TP, M.Si, ibu Putri, S.TP, M.Si, Ibu Irriwad M.Si, Ibu Delvi Yanti, S.TP, MP dan Bapak Ashadi M.Tech. Terima kasih atas ilmu dan pendidikan yang telah Bapak dan Ibu berikan kepada saya selama ini, kemudian kepada Pak Uco, Bang Saddam dan buk Len, terima kasih atas bantuan selama saya menjalani perkuliahan.

Buat sahabat seperjuangan mecan¹¹ ku ucapkan banyak terimakasih sudah banyak membantu dan memberi dorongan ke pada ku, (M fachri, Panji, Sawir, Rezi, Rido, Penda, tian, Itoy, fachri i, miduk.s, Pak de, munawar, benny, febr, A faisal, edy faisal, putra, muslim, putra R, arif, eko, annas, azza, evri, nuzul, andi, aikah, petrus, arto, randa, ase, yandri, aris, genta, dedi, yoski, topik, juni, fadli, hadi, susanto, deni, agus, ardi, arianto, leo, sepri, Loli, Sileh, Tia, Raisa, yuni asmara, Lia Adiani, Siska desriani, Hana desliana (alm), Gusni syahwarni, rina betari, farida, ayu, rita fit, adek, zubaidah, siti amima, indah, siska pinda, saras, intan KW, aini, rina a, trian, yelna, delva, indah Y, putri, intan sf, liza elfina, novita liza, santri, pita, sari kaliang, uci, ulan, murni, meriza dan seluruh mecan¹¹ yang g' tertuliskan namanya semoga seluruh mecan¹¹ dapat menyelesaikan studinya di teknik pertanian ini secepatnya. Kemudian senior Tep (bg Asra, bg Black, bg isek, bg teguh, bg muah, bg adi, bg ep dan bg iklas tarimo kasi banyak atas bantuan salamo ko bg.

Terakhir ku ucapkan terima kasih kepada sahabat-sahabat kecil Ku Riko, Temok, Anto, dan Idon yang dari ketek sampai kini jadi kawan hidup. . . !!!

Ultra Maswira, S.TP

BIODATA



Penulis dilahirkan di Padang pada tanggal 08 Juli 1992 sebagai anak ketiga dari lima bersaudara dari pasangan Kesmedi dan Nurtini. Penulis telah menempuh jenjang pendidikan: Sekolah Dasar (SD) di SD Negeri 10 Padang, Sumatera Barat lulus tahun 2004. Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 14 Padang, Sumatera Barat lulus tahun 2007. Sekolah Menengah Atas (SMA) di SPP SPMA Negeri Padang, Sumatera Barat lulus tahun 2010. Pada Tahun 2011 penulis melanjutkan studi Strata 1 di Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas, Padang. Pada bulan Juli - Agustus 2014 mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di kenagarian Kapa Kabupaten Pasaman Barat, Kemudian Pada bulan Januari-Februari 2015 Praktek Kerja Lapangan (PKL) di UPTD Balai Mekanisasi Pertanian-TPH Bukittinggi. Penulis dinyatakan lulus dari Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas pada Tanggal 25 Agustus 2015 dengan penelitian (Skripsi) yang berjudul **“Rancang Bangun Alat Pembelah Buah Pala (*Myristica sp.*) Semi Mekan”**.

KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, dengan segala rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “ **Rancang Bangun Alat Pembelah Buah Pala (*Myristica sp.*) Semi Mekanis**”.

Skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa bimbingan dan bantuan yang diberikan oleh dosen pembimbing, dosen pengajar, dan teman - teman. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar - besarnya kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Santosa, MP, sebagai pembimbing I dan Ibu Mislaini R, S.TP, MP selaku pembimbing II atas bimbingan dan waktu yang diluangkan untuk menyelesaikan skripsi ini. Tak lupa juga penulis mengucapkan terima kasih kepada Dosen Program Studi Teknik Pertanian dan teman - teman yang telah memberikan masukan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat penulis harapkan. Penulis berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan umumnya dan ilmu teknologi pertanian khususnya untuk masa yang akan datang. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Padang, Agustus 2015

U.M

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|----------------|
| KATA PENGANTAR | i |
| DAFTAR ISI..... | ii |
| DAFTAR GAMBAR | iv |
| DAFTAR TABEL..... | v |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | vi |
| ABSTRAK | vii |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Tujuan Penelitian..... | 2 |
| 1.3 Manfaat Penelitian..... | 2 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA..... | 3 |
| 2.1 Tanaman Pala (<i>Myristica sp.</i>)..... | 3 |
| 2.2 Komposisi Kimia dan Manfaat Pala..... | 5 |
| 2.3 Pembelahan Produk Pertanian..... | 6 |
| 2.4 Rancang Bangun | 7 |
| III. METODE PENELITIAN..... | 10 |
| 3.1 Tempat dan Waktu | 10 |
| 3.2 Bahan dan Alat | 10 |
| 3.3 Metode Penelitian..... | 10 |
| 3.3.1 Rancang Bangun Alat Pembelah | 10 |
| 1. Identifikasi Masalah | 10 |
| 2. Inventarisasi Ide..... | 11 |
| 3. Penyempurnaan Ide | 11 |
| 4. Analisis Rancangan Fungsional..... | 11 |
| 5. Analisis Rancangan Struktural | 11 |
| 3.3.2 Pengujian Alat | 18 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | 20 |
| 4.1 Hasil Rancangan Alat..... | 20 |
| 4.1.1 Rangka Utama | 20 |
| 4.1.2 Pembelah | 21 |

| | |
|--|----|
| 4.1.3 Tuas Pembelah | 21 |
| 4.2 Pengujian Alat | 22 |
| 4.2.1 Data Pengujian | 22 |
| 4.2.2 Persentase Kerusakan Hasil | 22 |
| 4.2.3 Kapasitas <i>Input</i> Alat Pembelah Buah Pala | 24 |
| 4.2.4 Kapasitas Efektif Alat Pembelah Buah Pala | 24 |
| 4.2.5 Rendemen | 25 |
| 4.3 Spesifikasi Alat | 25 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN | 27 |
| 5.5 Kesimpulan | 27 |
| 5.6 Saran | 27 |
| DAFTAR PUSTAKA | 28 |
| LAMPIRAN | 29 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|--|----------------|
| 1. Bagian - bagian Buah Pala (<i>Myristica Sp.</i>) | 4 |
| 2. Orbapas (Alat Pengupas Kulit Ari Kacang Kedelai) | 6 |
| 3. Alat Pembelah dengan Cara Pukulan | 7 |
| 4. Alat Pembelah Bermata Pisau ‘U’ Gerakan Tunggal | 7 |
| 5. Rangka Utama | 12 |
| 6. Pembelah | 12 |
| 7. Tuas Pembelah | 15 |
| 8. Diagram Alir Proses Rancang Bangun Alat Pembelah Buah Pala Semi Mekanis | 16 |
| 9. Diagram Alir Uji Teknis Alat Pembelah Buah Pala Semi Mekanis | 17 |
| 10. Alat Pembelah Buah Pala Semi Mekanis | 20 |
| 11. Rangka Utama | 21 |
| 12. Pembelah | 21 |
| 13. Tuas Pembelah | 21 |
| 14. Kerusakan Hasil | 24 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|--|----------------|
| 1. Perkembangan Areal dan Produksi Pala Tahun 2009 - 2013 | 3 |
| 2. Persentase Berat dari Bagian - bagian Buah Pala | 5 |
| 3. Komposisi Kimia Rata - rata Biji Pala yang Berasal dari Buah Pala Masak Per 100 g Bahan..... | 5 |
| 4. Data Pengujian Buah Pala | 22 |
| 5. Persentase Kerusakan Hasil | 23 |
| 6. Spesifikasi Alat Pembelah Buah Pala Semi Mekanis | 26 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Halaman |
|---|----------------|
| 1. Gambar Proyeksi Alat | 29 |
| 2. Perhitungan Persentase Kerusakan Hasil | 33 |
| 3. Perhitungan Kapasitas <i>Input</i> | 34 |
| 4. Perhitungan Kapasitas Efektif | 35 |
| 5. Perhitungan Rendemen | 36 |
| 6. Dokumentasi | 37 |

RANCANG BANGUN ALAT PEMBELAH BUAH PALA (*Myristica sp.*) SEMI MEKANIS

Ultra Maswira, Santosa, Mislaini R

ABSTRAK

Pembelahan buah pala yang dilakukan petani pada saat ini umumnya masih menggunakan cara manual dengan pisau satu per satu, sehingga diperlukan sebuah alat pembelah semi mekanis yang dapat meningkatkan kapasitas kerja, dan mengurangi resiko kecelakaan kerja. Tujuan dari penelitian ini untuk melakukan rancang bangun alat pembelah buah pala semi mekanis. Proses penelitian ini meliputi pembuatan alat pembelah buah pala serta melakukan uji fungsional. Penelitian ini menghasilkan alat pembelah buah pala yang bekerja dengan menggunakan sistem tekan, dimana pembelah dapat menekan buah pala sampai terbelah. Proses pengujian dilakukan sepuluh kali ulangan, dengan sekali tekan dapat membelah empat buah pala. Hasil dari pengujian alat ini menghasilkan kapasitas kerja efektif $610 \pm 150,233$ buah/jam, kerusakan hasil $12,5 \pm 13,176$ %, dan rendemen $87,5 \pm 13,176$ %. Alat ini lebih efisien karena alat ini lebih mudah dalam penggunaannya dan tidak menggunakan tenaga motor. Kapasitas kerja alat pembelah semi mekanis ini meningkat menjadi dua kali lipat bila dibandingkan dengan pembelahan manual.

Kata Kunci - **alat pembelah, buah pala, rancang bangun.**

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Buah pala (*Myristica sp.*) merupakan rempah - rempah yang termasuk tanaman perkebunan yang memiliki nilai ekspor yang tinggi. Buah pala memiliki empat ragam komoditas perdagangan yang dapat diproduksi seperti gelondong pala, biji pala, fuli, minyak pala atau fuli. Produksi dan luas areal pertanaman pala dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan, pada tahun 2009 produksi pala sebesar 16.000 ton dengan luas areal pertanaman sebesar 98.800 ha hingga sampai tahun 2013 telah mencapai 140.000 ha dengan produksi 25.800 ton buah pala (Ditjen Perkebunan, 2014).

Manfaat pala yang sangat banyak, menyebabkan tanaman ini sering dikenal sebagai tanaman yang multiguna dan bernilai ekonomis tinggi dalam bidang industri, diantaranya sebagai industri makanan atau minuman, kosmetik, parfum, obat, dan lain - lain. Hal ini menyebabkan permintaan ekspor meningkat dan harus menuntut petani pala lebih meningkatkan produksi. Salah satu usaha untuk meningkatkan produksi yaitu meningkatkan efisiensi penanganan pasca panennya.

Upaya peningkatan efisiensi tersebut salah satunya pada proses pemisahan daging kulit dengan biji (pembelahan). Petani pala yang ada pada saat ini biasanya membelah pala satu per satu secara manual menggunakan pisau. Pembelahan manual yang biasa dilakukan petani membutuhkan waktu yang lama, kapasitas pembelahan sedikit dan memungkinkan resiko kecelakaan kerja yang relatif tinggi. Sehingga diperlukan salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi pembelahan ini yaitu dengan membuat alat pembelah yang dapat memisahkan antara daging kulit dan biji pala dengan kapasitas yang tinggi dalam waktu yang singkat serta aman digunakan.

Berdasarkan penelitian pendahulu yang telah dilakukan, apabila buah pala yang sudah tua siap petik ditekan dengan kekuatan tertentu menggunakan besi plat sebagai pembelah dan linggis sebagai tuas pembelah, ataupun dipukul menggunakan batu, maka kulit buah pala tersebut akan terbelah dua mengikuti alur yang tampak pada kulit tanpa terjadinya kerusakan pada tempurung pala

maupun bijinya. Maka dari itu dibutuhkan sebuah alat semi mekanis yang dapat membelah kulit buah pala dengan menggunakan kekuatan tekan yang disesuaikan. Oleh karena itu penulis ingin melakukan penelitian yang berjudul **“Rancang Bangun Alat Pembelah Buah Pala (*Myristica sp.*) Semi Mekanis”**.

1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan rancang bangun alat pembelah buah pala semi mekanis.

1.3 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat meningkatkan kapasitas kerja pembelahan buah pala serta mengurangi resiko kecelakaan kerja.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Pala (*Myristica sp.*)

Tanaman pala merupakan tumbuhan berbatang sedang dengan tinggi mencapai 18 m, memiliki daun berbentuk bulat telur atau lonjong yang selalu hijau sepanjang tahun. Pohon pala dapat tumbuh di daerah tropis pada ketinggian di bawah 700 m dari permukaan laut, beriklim lembab dan panas, curah hujan 2.000 - 3.500 mm tanpa mengalami periode musim kering secara nyata. Daerah penghasil utama pala di Indonesia adalah Kepulauan Maluku, Sulawesi Utara, Sumatra Barat, Nanggroe Aceh Darusalam, Jawa Barat dan Papua (Rismunandar, 1990). Pengembangan areal pertanaman pala di seluruh Indonesia sampai tahun 2013 telah mencapai 140.000 ha dengan produksi 25.800 ton buah pala (Ditjen Perkebunan, 2014). Perbandingan perkembangan areal dan produksi pala dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perkembangan Areal dan Produksi Pala Tahun 2009 - 2013

| No | Provinsi | Satuan | Tahun | | | | |
|----|------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| | | | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| 1 | Luas Areal | Ha | 98.800 | 117.300 | 121.400 | 133.700 | 140.000 |
| 2 | Produksi | Ton | 16.000 | 15.700 | 19.800 | 25.200 | 25.800 |

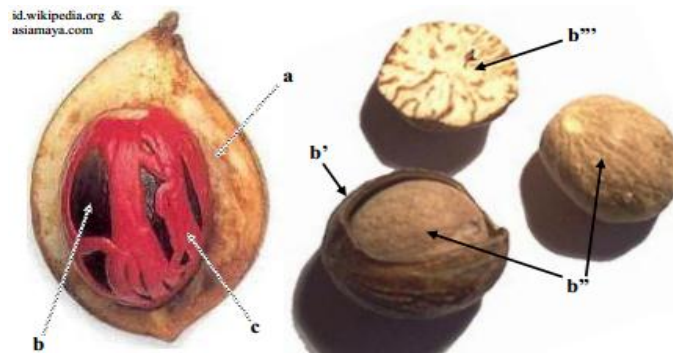
Sumber : Ditjen Perkebunan (2014)

Menurut Rismunandar (1990) dan Purseglove *et al.* (1981), tanaman pala (*Myristica sp.*) dalam taksonomi, termasuk dalam klasifikasi sebagai berikut:

kingdom : Plantae
divisio : Spermatophita
kelas : Angiospermae
sub - kelas : Dicotyledonae
ordo : Ranales
famili : Myristicaceae
genus : Myristica
spesies : Myristica fragrans HOUTT (pala Banda), Myristica argentea WARB (pala Papua), Myristica malabarica LAM (pala Malabar), Myristica

succedena BLUM (pala Halmahera), dan lain - lain. Tercatat lebih kurang terdapat 250 - 300 spesies tanaman pala di seluruh dunia.

Pala dikenal sebagai tanaman rempah yang memiliki nilai ekonomis dan multiguna karena setiap bagian tanaman dapat dimanfaatkan dalam berbagai industri. Biji, fuli dan minyak pala merupakan komoditas ekspor dan digunakan dalam industri makanan dan minuman. Minyak yang berasal dari biji, fuli dan daun banyak digunakan untuk industri obat - obatan, parfum dan kosmetik. Buah pala berbentuk bulat berkulit kuning jika sudah tua, berdaging putih. Bijinya berkulit tipis agak keras berwarna hitam kecokelatan yang dibungkus fuli berwarna merah padam. Isi bijinya putih, bila dikeringkan menjadi kecokelatan gelap dengan aroma khas. Buah pala terdiri atas daging buah (77,8 %), fuli (4 %), tempurung (5,1 %), dan biji (13,1 %) (Rismunandar, 1990). Secara komersial biji pala dan fuli (mace) merupakan bagian terpenting dari buah pala dan dapat dibuat menjadi berbagai produk antara lain minyak atsiri dan oleoresin. Produk lain yang mungkin dibuat dari biji pala adalah mentega pala yaitu trimiristin yang dapat digunakan untuk minyak makan dan industri kosmetik (Somaatmaja, 1984). Bagian - bagian buah pala sebagaimana tercantum pada Gambar 1.



Keterangan:

- | | |
|--|----------------------------------|
| a. Daging buah (pericarp) | b' . Tempurung biji |
| b. Gelondong biji pala (nutmeg in shell) | b'' . Biji pala (nutmeg shelled) |
| c. Fuli (mace) | b'''. Penampang datar biji pala |

Gambar 1. Bagian - Bagian Buah Pala (*Myristica sp.*)

Sumber: Wijaya (2007)

2.2 Komposisi Kimia dan Manfaat Pala

Dari seluruh bagian tanaman pala yang mempunyai nilai ekonomis adalah buahnya yang terdiri dari empat bagian yaitu daging buah, fuli, tempurung dan biji. Daging buah pala cukup tebal dan beratnya lebih dari 70 % dari berat buah, berwarna putih kekuning - kuning, berisi cairan bergetah yang encer, rasanya sepet dan mempunyai sifat astringensia (Rismunandar, 1990). Oleh karena itu jika buah masih mentah, daging buah pala tidak bisa dikonsumsi langsung tetapi dapat diolah menjadi berbagai produk pangan. Perbandingan dari keempat bagian tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase Berat dari Bagian - bagian Buah Pala

| Bagian buah | Persentase basah (%) | Persentase kering (%) |
|-------------|----------------------|-----------------------|
| Daging | 77,8 | 9,93 |
| Fuli | 4 | 2,09 |
| Tempurung | 15,1 | - |
| Biji | 13,1 | 8,4 |

Sumber: Rismunandar (1990)

Variasi komposisi kimianya tergantung pada varietas, kondisi pertumbuhan, derajat kemasakan dan cara pengolahan. Komposisi kimia rata - rata biji pala yang berasal dari buah pala masak untuk setiap 100 g bahan dari bagian yang dapat dimakan sebagaimana tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Kimia Rata - rata Biji Pala yang Berasal dari Buah Pala Masak Per 100 g Bahan

| Komponen | Jumlah | Komponen | Jumlah |
|------------------|--------|-----------------|---------|
| Kalori (kal) | 494,0 | Fosfor (mg) | 240,0 |
| Protein (g) | 7,5 | Besi (mg) | 4,6 |
| Lemak (g) | 36,4 | Vitamin A | Sedikit |
| Hidrat Arang (g) | 40,1 | Vitamin B1 (mg) | 0,2 |
| Kalsium (g) | 120,0 | Air (g) | 14,0 |

Sumber: Sucofindo (1983) dalam Indira (1990) dan Rismunandar (1990)

2.3 Pembelahan Produk Pertanian

Pada penanganan produk hasil pertanian, pembelahan, mengupas dan memotong merupakan pekerjaan yang selalu dilakukan sejak pemanenan sampai produk tersebut siap untuk dikonsumsi atau diproses lebih lanjut. Misalnya, sayuran dipotong - potong sebelum dimasak, umbi - umbian dan pisang diiris sebelum digoreng, nenas diiris sebelum dikalengkan, dan rumput dipotong - potong sebelum diberikan pada ternak. Pekerjaan membelah, mengupas dan memotong hasil pertanian dalam jumlah kecil dapat diselesaikan secara manual dengan menggunakan pisau atau alat pemotong lain. Akan tetapi, bila jumlahnya cukup besar, seperti pengupasan kelapa pada saat panen, pengupasan secara manual membutuhkan waktu dan tenaga kerja yang cukup besar. Mesin pengupas berkapasitas tinggi sangat diperlukan, sehingga keefektifan dan keefisienan dalam hal ini mutlak diperlukan (Wiriaatmadja, 1995).

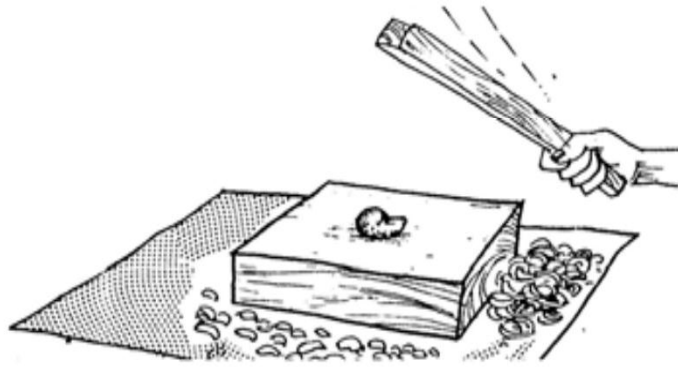
Pembelahan daging buah, biji, dan fuli dilakukan setelah buah pala masak dikumpulkan, buah dibelah dan antara daging buah, fuli dan bijinya dipisahkan. Setiap bagian buah pala tersebut ditempatkan pada wadah yang bersih dan kering. Pelepasan fuli dari bijinya dilakukan dengan hati - hati, dari ujung kearah pangkal, agar diperoleh fuli yang utuh yang diklasifikasikan sebagai mutu yang tinggi. Biji yang terkumpul dipilah - pilah menjadi 3 jenis, yaitu (Ditjen Perkebunan, 2012) : (1) yang gemuk dan utuh, (2) yang kurus atau keriput, dan (3) yang cacat.

Alat - alat pembelah dan pengupasan sudah banyak di buat oleh beberapa peneliti diantaranya dapat dilihat pada gambar 2, 3, dan 4 :



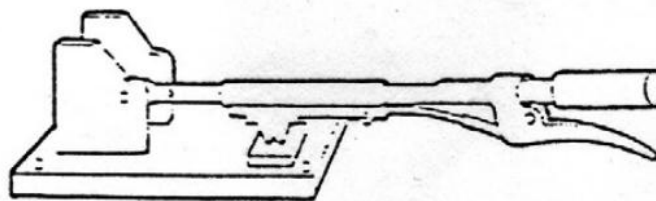
Gambar 2. Orbapas (Alat Pengupas Kulit Ari Biji Kacang Kedelai).

Sumber : Agung Wahyunanto (2010)



Gambar 3. Alat Pembelah dengan Cara Pukulan

Sumber : Wibowo (2011)



Gambar 4. Alat Pembelah Bermata Pisau 'U' Gerakan Tunggal

Sumber : Wibowo (2011)

2.4 Rancang Bangun

Desain adalah penataan suku - suku mesin untuk menunjukkan beda susunan mesin dari tipe yang sama. Pabrik dapat mengeluarkan alat dengan merek yang sama, akan tetapi berbeda mesin. Perbedaan dalam menyusun komponen - komponen inilah merupakan desain mesin. Metode rancangan mesin meliputi kegiatan identifikasi masalah, inventarisasi ide dan analisis. Tahapan identifikasi masalah dilihat dari persoalan - persoalan apa saja yang akan terjadi terutama segi teknis, sosial dan ekonomi. Inventarisasi ide meliputi pengamatan terhadap perkembangan alat yang telah digunakan sebelumnya dan memikirkan kemungkinan yang dapat dipelajari. Penyempurnaan ide mulai membuat sketsa

dengan melakukan analisa baik fungsional maupun struktural (Smith dan Wilkes, 1990).

Perancangan adalah kemampuan untuk menggabungkan ide, konsep ilmiah, sumber dan hasil kedalam pemecahan suatu masalah. Ada lima tahapan dalam mendesain suatu alat baru adalah (Hurst, 2006):

1. Mengidentifikasi Masalah

Kegiatan ini dimulai dengan mengenal masalah dan menentukan keinginan sebuah produk.

2. Konsep Ide

Pada tahapan ini berbagai ide terkumpul, ide - ide yang luas dan tidak terbatas, ide - ide dapat berasal dari individual dapat juga berasal dari kelompok atau tim pencari ide dimana satu saran dapat menghasilkan banyak ide.

3. Pembahasan Masalah

Pada tahapan ini diambil solusi terbaik kemudian disederhanakan sehingga lebih efisien dan mudah diambil, diperbaiki dan mungkin dibatalkan ketika tidak dapat dipakai lagi.

4. Model dan *Prototype*

Sebuah model dan contoh kadang - kadang dibuat untuk dipelajari, dianalisis dan menyempurnakan sebuah rancangan. *Prototype* diuji dan dimodifikasi bila perlu, dan hasilnya disajikan pada gambar.

5. Produksi dan Pengerjaan Gambar

Berguna untuk menghasilkan sebuah produk, perangkat akhir dari sebuah produk yang dibuat harus diperiksa dan disetujui. Pada industri, keluaran dari persetujuan produksi rancangan diberikan pada bagian permesinan untuk memproduksi gambarnya perancang mengambil detail - detailnya dengan bantuan dari perbandingan dari model - model yang ada.

Dalam merancang juga harus diperhatikan hubungan manusia dengan mesin. Tiga faktor penting dalam produksi yaitu: tenaga kerja, alat kerja, dan objek kerja. Posisi badan tidak sesuai, walaupun melakukan pekerjaan yang ringan akan berakibat buruk pada tubuh, keamanan dan kesehatan kerja merupakan faktor yang sangat penting. Ada tiga prinsip yang harus diperhatikan yaitu: *Engineering*; pengembangan teknik untuk mesin yang aman, *Education*;

pendidikan untuk memberikan pengetahuan keselamatan kerja kepada petani, *Enforcement*; menjaga keamanan dengan standar kerja atau undang - undang (Hayashi dan Mandang, 1990).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilakukan dalam dua tahap, yaitu tahap pembuatan alat dan tahap pengujian alat. Pembuatan dan pengujian alat dilaksanakan di Laboratorium Produksi dan Manajemen Alat dan Mesin Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Andalas pada bulan Maret sampai dengan Mei 2015.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan - bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah pala sebanyak 40 buah serta bahan untuk pembuatan alat adalah besi siku, besi strip, besi as, besi padu, besi plat dengan tebal 0,3 cm, pipa besi dengan diameter 2 cm dan 1,8 cm. Alat - alat yang digunakan adalah meteran, bor, martil, kunci - kunci, peralatan las, gergaji besi, gerinda, *stopwatch*, dan timbangan.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode rancang bangun alat kemudian menguji rangkaian alat yang telah direkayasa untuk mengetahui kinerja alat tersebut. Metode rancang bangun alat memiliki 3 tahapan yaitu: identifikasi masalah yang terjadi pada petani saat pembelahan buah pala, terkait dengan penggunaan alat dan pemakaian waktu yang relatif lama. Selanjutnya dilakukan inventarisasi ide untuk menyelesaikan permasalahan yang ada. Pada tahapan ketiga didapatkan suatu rancangan yang dapat memecahkan masalah yang timbul tersebut.

3.3.1 Rancang Bangun Alat Pembelah

1. Identifikasi Masalah

Pada identifikasi masalah ini yang perlu diperhatikan yaitu masalah yang timbul pada petani dan disesuaikan dengan kondisi petani atau pemakai. Masalah

yang ada pada petani saat ini yaitu pada saat pembelahan buah pala masih banyak dengan cara manual dengan menggunakan pisau. Pembelahan dengan menggunakan pisau akan membutuhkan waktu yang lama, kapasitas pembelahan yang rendah, membutuhkan banyak pekerja dan menimbulkan resiko kecelakaan kerja.

2. Inventarisasi Ide

Ide rancangan alat ini timbul setelah melihat berbagai macam alat *press* di internet seperti alat *press* untuk mencetak briket dan percobaan langsung dengan menekan buah pala yang telah dipanen. Buah pala yang dibelah tersebut kemudian terbuka dan terpisah antara kulit buah dengan biji buah palanya mengikuti alur yang terdapat pada kulitnya. Oleh karena itu penulis mengadaptasi sistem alat *press* dan mengaplikasikannya untuk perancangan alat pembelah untuk membuka atau membelah kulit buah pala dengan sistim *press*.

3. Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja alat pembelah buah pala ini adalah sebagai berikut, rangka utama sebagai dudukan dari semua komponen alat pembelah buah pala, buah pala dimasukkan ke tempat peletakkan buah pala untuk dibelah dengan cara ditekan, tuas pembelah ditekan oleh operator dengan memberikan gaya vetikal sehingga memberi beban pada pembelah yang kemudian memecahkan buah pala menjadi dua bagian.

4. Penyempurnaan Ide

Berdasarkan ide yang ada maka dapat disempurnakan dengan menyusun suatu bentuk rancangan struktural yang dilengkapi dengan rancangan fungsional.

5. Analisis Rancangan Fungsional

Analisis rancangan fungsional dilakukan untuk merancang fungsi dan letak komponen - komponen yang dibutuhkan alat pembelah buah pala.

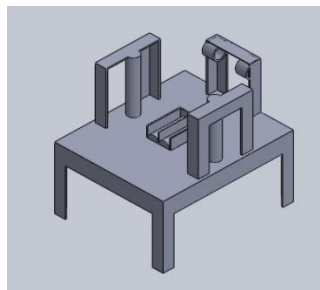
- a. Pembelah, berfungsi untuk membelah buah pala.
- b. Tuas pembelah, berfungsi untuk memberi gaya tekan pada pembelah.
- c. Rangka, berfungsi untuk kedudukan dari besi pembelah.

6. Analisis Rancangan Struktural

a. Rangka utama

Rangka utama terbuat dari besi siku (4 cm x 4 cm), dengan ketebalan 0,2 cm. Panjang rangka utama 40 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 30 cm. Pada rangka

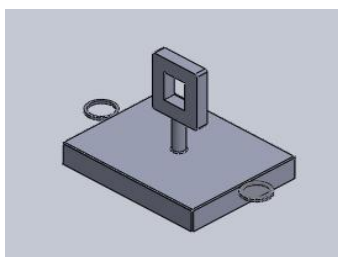
utama terdapat tempat peletakan buah pala atau kedudukan buah yang dibuat dua pesegi panjang dengan ukuran panjang 11 cm, lebar 5 cm, dan tinggi 2 cm yang terbuat dari besi strip. Pada bagian lantai dalamnya dibuat landasan dari besi as yang telah dibelah dua seperti setengah lingkaran yang sisi datarnya ke bawah dan sisi setengah lingkarannya ke atas untuk mempermudah terbelahnya kulit buah pala. Pada bagian pinggir dibuat jalur lintasan pembelah yang terbuat dari pipa *stainless* dengan tinggi 20 cm, dan diperkuat dengan besi siku 4 cm x 4 cm pada bagian atas, depan dan belakang kedua pipa *stainless* tersebut. Kemudian pada bagian belakang alat dibuat kedudukan tuas pembelah dari besi siku 4 cm x 4 cm, ketebalan 0,2 cm dengan tinggi 18 cm dan lebar 12 cm. Penggunaan besi siku dan besi plat pada rangka utama bertujuan agar rangka alat dapat lebih kokoh pada saat menahan berat komponen penyusun alat serta menahan tekanan pada proses pembelahan buah pala. Rangka utama dapat terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rangka Utama

b. Pembelah

Pembelah dibuat dari besi padu dengan ukuran panjang 19 cm x 18 cm, ketebalan 2,5 cm. Pada bagian bawah terdapat besi as berdiameter 3 cm yang dibelah dua seperti setengah lingkaran dengan panjang 10 cm, jarak antar besi as sebesar 4 cm, kemudian pada bagian samping pembelah juga dibuat *ring* kedudukan untuk jalur lintasan pada rangka, diameter *ring* 3 cm dengan ketebalan 0,5 cm. Penggunaan besi padu bertujuan agar tekanan yang diberikan lebih besar pada proses pembelahan buah pala. Pembelah dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pembelah

Luas pembelah dapat dicari dengan persamaan:

$$A = P \times l \dots\dots\dots (1)$$

dengan : $A = \text{Luas (cm}^2\text{)}$

$P = \text{Panjang pembelah (cm)}$

$l = \text{Lebar pembelah (cm)}$

Jadi luas dari komponen pembelah buah pala adalah:

$$= 19 \text{ cm} \times 18 \text{ cm}$$

$$= 342 \text{ cm}^2$$

Dimensi atau ukuran pembelah dibuat sedemikian rupa karena disesuaikan dengan ukuran tempat peletakkan buah pala dan rangka dari alat pembelah, sehingga alat pembelah dapat bekerja secara maksimal. Volume pada proses pembelahan buah terdiri dari volume pembelah, volume silinder dan volume pengungkit sesuai dengan persamaan 2, 3 dan 4.

Volume pembelah dapat dicari dengan persamaan:

$$V = A \times t \dots\dots\dots (2)$$

dengan: $V = \text{Volume (cm}^3\text{)}$

$A = \text{Luas permukaan pembelah (cm}^2\text{)}$

$t = \text{Tinggi (cm)}$

Jadi Volume pembelah adalah:

$$= 342 \text{ cm}^2 \times 2,5 \text{ cm}$$

$$= 855 \text{ cm}^3$$

Volume silinder dapat dicari dengan persamaan:

$$V = \frac{1}{4} \pi d^2 t \dots\dots\dots (3)$$

dengan: $V = \text{Volume (cm}^3\text{)}$

$$\pi = \frac{22}{7} \text{ atau } 3,14$$

$d = \text{diameter silinder (cm)}$

$t = \text{tinggi silinder (cm)}$

Jadi volume silinder adalah:

$$= \frac{1}{4} (3,14) (1,2 \text{ cm})^2 (5 \text{ cm})$$

$$= 5,652 \text{ cm}^3$$

Volume pengungkit dapat dihitung dengan persamaan:

$$V = V_1 - V_2 \dots\dots\dots (4)$$

dengan: $V = \text{Volume pengungkit (cm}^3\text{)}$

$$V_1 = \text{Volume total (cm}^3\text{)}$$

$$V_2 = \text{Volume rongga (cm}^3\text{)}$$

Jadi volume pengungkit adalah:

$$\begin{aligned} V &= (9 \text{ cm} \times 7 \text{ cm} \times 1,2 \text{ cm}) - (7 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \times 1,2 \text{ cm}) \\ &= 75,6 \text{ cm}^3 - 42 \text{ cm}^3 \\ &= 33,6 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Jadi volume total pembelah adalah:

$$\begin{aligned} &= 855 \text{ cm}^3 + 5,652 \text{ cm}^3 + 33,6 \text{ cm}^3 \\ &= 894,252 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Berat pembelah dapat dicari dengan persamaan:

$$M = V \times \rho \dots\dots\dots (5)$$

dengan : M = Berat pembelah (gram)

$$V = \text{Volume pembelah (cm}^3\text{)}$$

$$\rho = \text{Berat jenis bahan (g/cm}^3\text{)}$$

Berat jenis besi baja 7,800 g/cm³.

Jadi berat pembelah adalah :

$$\begin{aligned} &= 894,252 \text{ cm}^3 \times 7,800 \text{ g/cm}^3 \\ &= 6975,1656 \text{ g} \\ &= 6,975 \text{ kg} \end{aligned}$$

Berat dari pembelah nantinya akan menghasilkan gaya. Adapun gaya beban dari pembelah dapat dihitung dengan persamaan :

$$F = m \times g \dots\dots\dots (6)$$

dengan: F = Gaya pembelah (Newton)

$$m = \text{Massa pembelah (kg)}$$

$$g = \text{Percepatan gravitasi bumi (9,81 m/s}^2\text{)}$$

Jadi, gaya beban pembelah rancangan alat untuk membelah buah pala adalah:

$$\begin{aligned} &= 6,975 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= 68,426 \text{ N} \end{aligned}$$

Pada penelitian pendahuluan untuk membelah buah pala sampai terbelah membutuhkan gaya sebesar 90 N. Jadi, gaya yang dibutuhkan rancangan untuk membelah buah pala adalah:

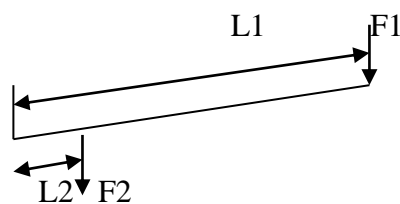
$$\begin{aligned} &= 4 \text{ buah} \times 90 \text{ N} \\ &= 360 \text{ N} \end{aligned}$$

Maka dari itu diperoleh selisih gaya yang dibutuhkan untuk memenuhi alat pembelah buah pala adalah:

$$\begin{aligned}
 &= F_{\text{yang dibutuhkan}} - F_{\text{rancangan alat}} \\
 &= 360 \text{ N} - 68,426 \text{ N} \\
 &= 291,574 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Perancangan gaya tuas pembelah yang dibutuhkan dapat dihitung dengan persamaan:

$$F_1 \times L_1 = F_2 \times L_2 \dots \dots \dots (7)$$



Dengan: F_1 = Gaya operator pada tuas pembelah (Newton)

F_2 = Gaya yang dibutuhkan alat (Newton)

L_1 = Panjang tuas pembelah (cm)

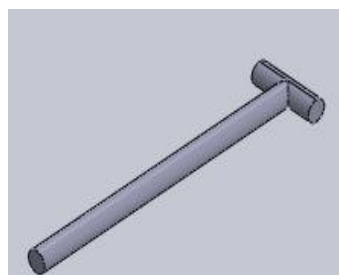
L_2 = panjang tuas ke pengungkit pembelah (cm)

$$F_1 \times 60 \text{ cm} = 291,574 \text{ N} \times 13 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}
 F_1 &= \frac{3790,462 \text{ N.cm}}{60 \text{ cm}} \\
 &= 63,174 \text{ N}
 \end{aligned}$$

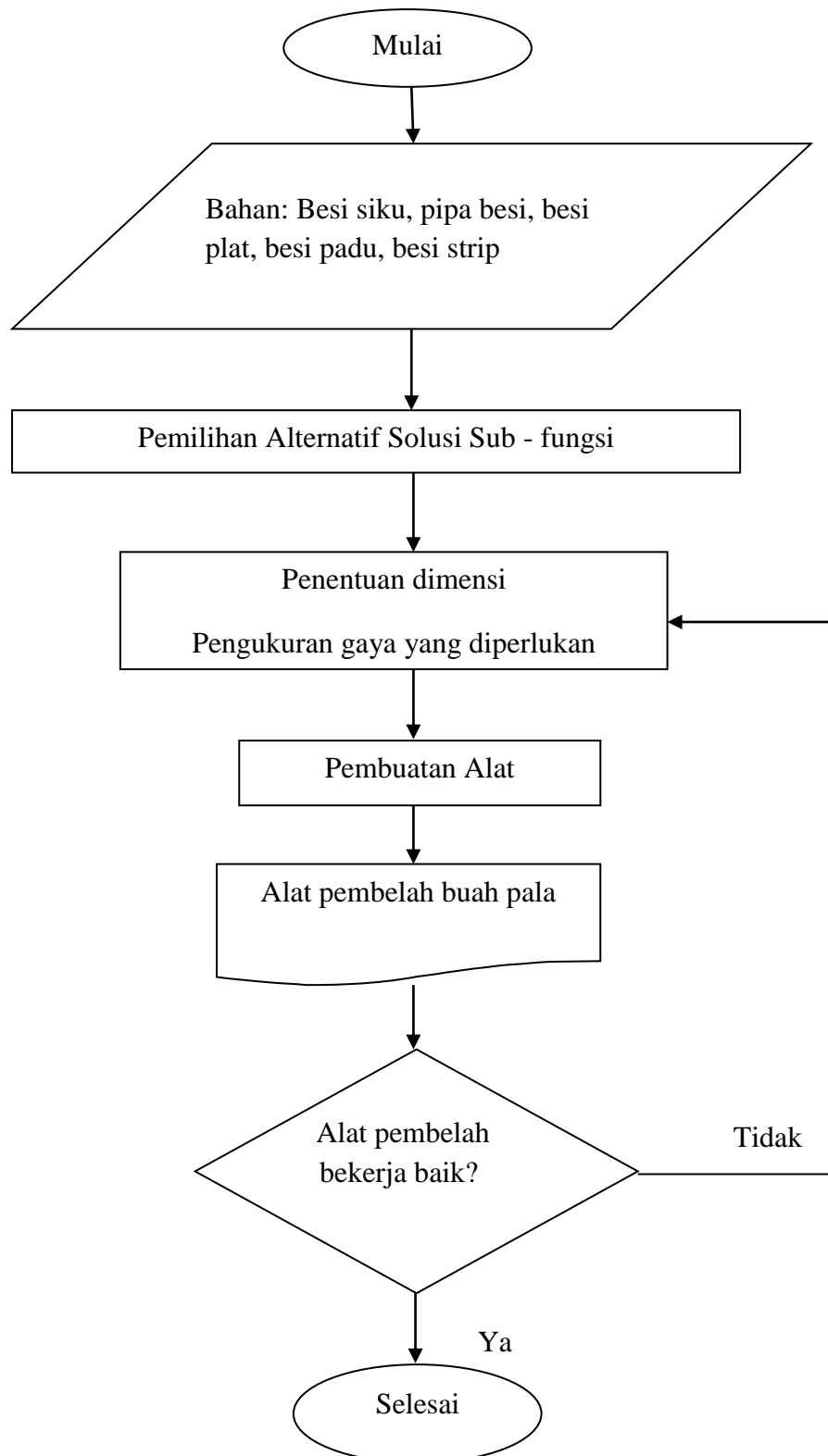
c. Tuas Pembelah

Tuas pembelah terbuat dari besi pipa dengan ukuran panjang 60 cm, diameter 2,5 cm. Penggunaan besi pipa bertujuan agar pada saat proses pembelahan buah pala, tuas tidak mudah patah. Tuas pembelah dapat dilihat pada Gambar 7.



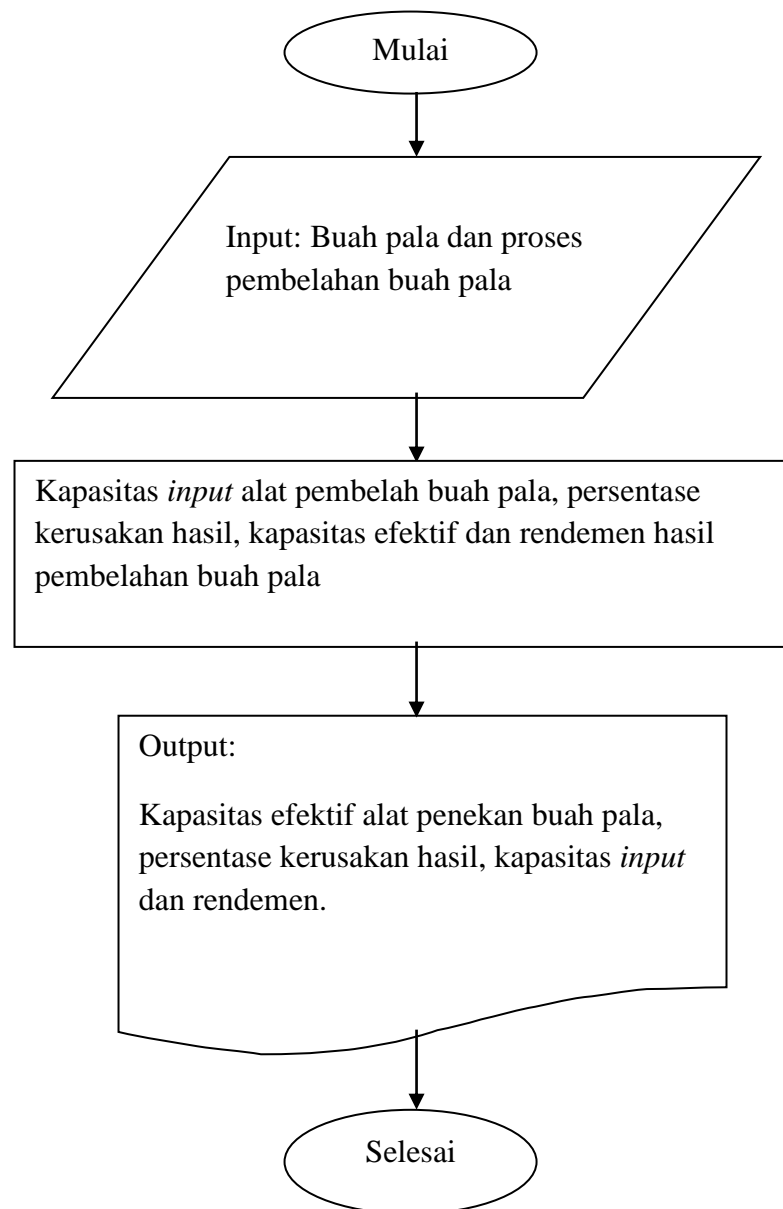
Gambar 7. Tuas Pembelah

Diagram alir proses rancangan alat pembelah buah pala semi mekanis dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram Alir Proses Rancang Bangun Alat Pembelah Kulit Buah Pala Semi Mekanis

Diagram alir uji teknis alat pembelah buah pala semi mekanis dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Diagram Alir Uji Teknis Alat Pembelah Kulit Buah Pala Semi Mekanis

3.3.2 Pengujian Alat

Adapun tahapan pengujian adalah sebagai berikut:

Pada rangka terdapat tempat peletakan buah pala yang akan dibelah, ruang tersebut berbentuk seperti kotak persegi panjang, didalam ruang kotak tersebut dapat diisi 4 buah buah pala. Jadi, setiap kali proses pembelahan buah pala terdapat 4 buah pala yang terbelah.

Adapun tahapan pengamatan dari uji kerja alat adalah sebagai berikut:

1. Persentase Kerusakan Hasil

Pengukuran persentase kerusakan hasil dapat ditentukan dengan membagi jumlah buah pala yang rusak dengan jumlah awal buah pala dikali 100 %. Kriteria kerusakan hasil yaitu apabila tempurung biji pala pecah dan kulit buah tidak terbelah. Secara matematis dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$KH = \frac{JPR}{JAP} \times 100 \% \dots\dots\dots(8)$$

dengan: KH = Persentase kerusakan hasil (%)

JPR = Jumlah buah pala rusak

JAP = Jumlah awal buah pala

2. Kapasitas *Input* Alat Pembelah Buah Pala

Pengukuran kapasitas *input* alat dapat ditentukan dengan membagi jumlah awal buah pala yang akan dibelah dengan waktu pembelahan atau dapat ditulis dengan persamaan:

$$Ki = \frac{JAP}{t} \dots\dots\dots(9)$$

dengan: Ki = Kapasitas *input* (buah/jam)

JAP = Jumlah awal buah pala

t = waktu pembelahan (jam)

3. Kapasitas Efektif Alat Pembelah Buah Pala

Pengukuran kapasitas efektif alat dapat ditentukan dengan membagi jumlah buah pala yang terbelah dengan waktu pembelahan atau dapat ditulis dengan persamaan:

$$Ke = \frac{JPT}{t} \dots\dots\dots(10)$$

dengan: Ke = Kapasitas efektif (buah/jam)

JPT = Jumlah buah pala yang terbelah

t = Waktu pembelahan (jam)

4. Rendemen

Pengamatan rendemen pembelahan dilakukan bertujuan untuk menentukan hasil bersih dari kerja alat pembelah buah pala. Pengamatan rendemen dilakukan dengan cara menghitung jumlah pala yang akan dibelah kemudian menghitung biji pala hasil belahan. Rendemen pembelahan dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Jumlah pala berbentuk utuh}}{\text{Jumlah pala sebelum dibelah}} \times 100 \% \dots\dots\dots (11)$$

5. Keseragaman Data Pembelahan

Keseragaman data pembelahan dapat ditentukan dengan persamaan:

$$\text{SD (Standar Deviasi)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^2}{(n-1)}} \dots\dots\dots (12)$$

dengan: Xi = Nilai data

\bar{X} = Nilai rata - rata data

n = Jumlah data

$$\text{CV (Koefisien keseragaman)} = \frac{\text{SD}}{\bar{X}} \times 100 \% \dots\dots\dots (13)$$

dengan: SD = Standar deviasi

\bar{X} = Nilai rata - rata data

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Rancangan Alat

Alat pembelah buah pala mempunyai ukuran 40 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 30 cm yang semua komponen berbahan besi. Alat ini dioperasikan oleh satu orang operator dan mempunyai beberapa komponen yaitu terdiri dari rangka utama, pembelah, dan tuas pembelah, yang mana masing - masing komponen mempunyai fungsi tertentu. Gambar alat pembelah buah pala dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Alat Pembelah Buah Pala Semi Mekanis

4.1.1 Rangka Utama

Rangka utama terbuat dari besi siku 4 cm x 4 cm dengan ketebalan 0,2 cm. Panjang rangka utama 40 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 30 cm. Pada rangka utama terdapat tempat peletakan buah pala atau kedudukan buah yang dibuat dua pesegi panjang dengan ukuran panjang 11 cm, lebar 5 cm, dan tinggi 2 cm yang terbuat dari besi strip. Pada bagian lantai dalamnya dibuat landasan dari besi as berdiameter 3 cm yang telah dibelah dua seperti setengah lingkaran untuk mempermudah terbelahnya kulit buah pala pada saat pembelahan. Pada bagian pinggir dibuat jalur lintasan pembelah yang terbuat dari pipa *stainless* dengan tinggi 20 cm, dan diperkuat dengan besi siku 4 cm x 4 cm pada bagian atas, depan dan belakang. Kemudian pada bagian belakang alat dibuat kedudukan tuas pembelah dari besi siku 4 cm x 4 cm, ketebalan 0,2 cm dengan tinggi 18 cm dan lebar 12 cm. Berdasarkan dimensi tersebut, rangka utama telah mampu menahan tekanan dan beban komponen pada saat proses pembelahan. Rangka utama dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Rangka Utama

4.1.2 Pembelah

Pembelah terbuat dari besi padu dengan ukuran panjang 19 cm, lebar 18 cm, dengan ketebalan 2,5 cm. Pada bagian bawah terdapat besi as berdiameter 3 cm yang dibelah dua seperti setengah lingkaran dengan panjang 10 cm, jarak antar besi as sebesar 4 cm dan bagian pinggir pembelah dibuat *ring* kedudukan seperti gelang sebagai jalur lintasan pembelah pada rangka utama dengan ukuran diameter 3 cm dengan ketebalan 0,5 cm. Penggunaan besi padu bertujuan agar tekanan yang diberikan lebih besar pada saat proses pembelahan buah pala. Pembelah dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Pembelah

4.1.3 Tuas Pembelah

Tuas pembelah terbuat dari besi pipa dengan ukuran panjang 60 cm, diameter 2,5 cm. Penggunaan besi pipa bertujuan agar pada saat proses pembelahan buah pala, tuas tidak mudah patah. Tuas pembelah dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Tuas Pembelah

4.2 Pengujian Alat

4.2.1 Data Pengujian

Pengambilan data pembelahan buah pala menggunakan alat pembelah buah pala semi mekanis, dalam pengujian alat dilakukan sepuluh kali ulangan pembelahan, dengan setiap kali ulangan menggunakan empat buah pala yang akan dibelah. Pengujian ulangan pertama dilakukan dengan cara meletakkan buah pala pada kedudukannya kemudian ditekan oleh pembelah, dan selanjutnya buah pala dikeluarkan kembali dari kedudukan pembelahan, begitupula untuk ulangan kedua, ketiga dan seterusnya. Pengujian tersebut dilakukan dengan mencatat banyaknya buah pala yang dibelah, menghitung waktu yang dibutuhkan setiap ulangan, banyaknya buah pala yang rusak setiap ulangan, mengetahui kapasitas kerja, dan rendemen. Data proses pengujian alat pembelah buah pala semi mekanis dengan menggunakan sepuluh kali ulangan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Pengujian Buah Pala

| Ulangan | Buah yang dibelah (buah) | Waktu ulangan (jam) | Buah yang utuh (buah) | Kapasitas Input (buah/jam) | Kapasitas Efektif (buah/jam) | Rendemen (%) |
|--------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------------|---------------|
| 1 | 4 | 0,006 | 3 | 667 | 500 | 75 |
| 2 | 4 | 0,005 | 3 | 800 | 600 | 75 |
| 3 | 4 | 0,007 | 4 | 571 | 571 | 100 |
| 4 | 4 | 0,005 | 4 | 800 | 800 | 100 |
| 5 | 4 | 0,007 | 3 | 571 | 429 | 75 |
| 6 | 4 | 0,005 | 4 | 800 | 800 | 100 |
| 7 | 4 | 0,006 | 4 | 667 | 667 | 100 |
| 8 | 4 | 0,006 | 3 | 667 | 500 | 75 |
| 9 | 4 | 0,007 | 3 | 571 | 429 | 75 |
| 10 | 4 | 0,005 | 4 | 800 | 800 | 100 |
| Jumlah | 40 | 0,058 | 35 | 6914 | 6095 | 875 |
| Rata - rata | 4 | 0,006 | 3,5 | 691 | 610 | 87,5 |
| SD | | | | 101,210 | 150,233 | 13,176 |
| CV (%) | | | | 14,638 | 24,648 | 15,058 |

4.2.2 Persentase Kerusakan Hasil

Persentase kerusakan hasil diperoleh dengan membagi jumlah buah pala yang rusak dengan jumlah awal buah pala dikali dengan 100 %. Pada penentuan

persentase kerusakan hasil, perhitungan dilakukan disetiap ulangan untuk ulangan pertama, kedua, ketiga dan seterusnya sampai sepuluh kali ulangan. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan kerusakan hasil terjadi pada ulangan 1, 2, 5, 8, dan 9 masing - masing terdapat satu buah pala yang rusak sehingga persentase kerusakan hasil rata - rata yang diperoleh untuk sepuluh ulangan sebesar 12,5 %. Persentase kerusakan hasil dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Persentase Kerusakan Hasil

| Ulangan | Jumlah awal buah pala (buah) | Jumlah buah pala yang rusak (buah) | Kerusakan Hasil (%) |
|--------------------|-------------------------------------|---|----------------------------|
| 1 | 4 | 1 | 25 |
| 2 | 4 | 1 | 25 |
| 3 | 4 | 0 | 0 |
| 4 | 4 | 0 | 0 |
| 5 | 4 | 1 | 25 |
| 6 | 4 | 0 | 0 |
| 7 | 4 | 0 | 0 |
| 8 | 4 | 1 | 25 |
| 9 | 4 | 1 | 25 |
| 10 | 4 | 0 | 0 |
| Jumlah | 40 | 5 | 125 |
| Rata – rata | 4 | 0,5 | 12,5 |
| SD | | | 13,176 |
| CV (%) | | | 1,054 |

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, buah pala yang dikategorikan rusak yaitu apabila tempurung biji pala pecah dan kulit buah tidak terbelah. Kerusakan hasil terbesar dalam setiap kali ulangan hanya berkisar 25 %, sedangkan kerusakan hasil terkecil sebesar 0 % atau dapat dikatakan pembelahan sempurna tanpa kerusakan. Kerusakan hasil dipengaruhi beberapa faktor yaitu tingkat kematangan yang belum sempurna atau dikategorikan buahnya masih setengah matang sehingga apabila ditekan tempurung biji mudah pecah, kemudian diameter buah yang tidak seragam sehingga pembelahan hanya dapat membelah buah pala yang terlebih dahulu dijangkau. Hal ini sesuai dengan pendapat Mohsenin (1980) yang menyatakan bahwa bentuk, ukuran, volume, kerapatan, porositas, kekerasan dan warna adalah beberapa masalah yang berkaitan dengan desain suatu mesin. Beberapa faktor tersebut dapat diatasi dengan cara pembelahan hanya untuk buah yang tingkat kematangannya sempurna, kemudian

menyeragamkan ukuran buah yang akan dibelah per ulangan. Gambar hasil pembelahan yang rusak dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Kerusakan Hasil

4.2.3 Kapasitas *Input* Alat Pembelah Buah Pala

Kapasitas *input* alat pembelah buah pala diperoleh dengan membagi jumlah awal buah pala yang akan dibelah dengan waktu pembelahan. Hasil penelitian diperoleh kapasitas *input* alat yang berbeda - beda di setiap ulangan. Hal ini dikarenakan kebutuhan waktu yang berbeda - beda untuk setiap kali pembelahan. Semakin rendah waktu yang dibutuhkan untuk pembelahan maka kapasitas *input* yang dihasilkan akan semakin tinggi. Berdasarkan penelitian, kapasitas *input* rata - rata alat pembelah buah pala adalah sebesar 691 buah/jam. Kapasitas *input* alat pembelah buah pala dapat dilihat pada Tabel 4.

4.2.4 Kapasitas Efektif Alat Pembelah Buah Pala

Besarnya kapasitas efektif alat dapat dihitung dengan membagi jumlah buah pala yang terbelah dengan waktu pembelahan. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diperoleh kapasitas efektif alat dengan beberapa ulangan sebesar 610 buah/jam sedangkan dengan cara manual diperoleh kapasitas sebesar 293 buah/jam. Hasil ini menunjukkan bahwa alat pembelah buah pala mampu bekerja sebanyak dua kali lipat lebih besar dibandingkan kapasitas kerja pembelahan buah pala secara manual dengan hasil yang baik. Hal ini tentunya sangat membantu petani dalam proses pembelahan buah pala. Kapasitas efektif alat pembelah buah pala dapat dilihat pada Tabel 4.

Pada pengujian alat didapatkan hasil kapasitas efektif alat berbeda - beda di setiap ulangan hal ini karena dipengaruhi oleh jumlah buah pala yang dapat terbelah dan waktu yang dibutuhkan pada proses pembelahan. Buah pala yang tidak tepat di kedudukannya dan tidak terjangkau oleh pembelah dikarenakan diameter buah pada saat pemasukan yang tidak seragam menjadi faktor utama menurunnya kapasitas alat, kemudian beberapa kendala waktu diantaranya proses

pemasukan dan pengeluaran buah pala dari kedudukannya selain itu apabila terjadi kemacetan pada tuas pembelah juga mempengaruhi waktu produksi dan menurunnya kapasitas alat. Beberapa kendala tersebut dapat diatasi menyeragamkan diameter buah pada saat setiap kali pembelahan kemudian meminimalkan waktu yang dibutuhkan pada saat pemasukan dan pengeluaran buah dari kedudukannya, dan kemacetan pembelah dapat diatasi dengan memberi minyak gemuk pada poros tuas pembelah sehingga diharapkan kapasitas alat yang diperoleh dapat lebih optimal. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Smith (1990), yang menyatakan bahwa kapasitas dari mesin atau alat bergantung pada banyak faktor, seperti laju pemasukan bahan, kecepatan putaran mata pisau, daya yang tersedia dan macam bahan yang digunakan.

4.2.5 Rendemen

Rendemen dapat ditentukan dengan membagi biji pala yang berbentuk utuh dengan buah pala yang belum dibelah dikali 100 %. Perhitungan rendeman ini bertujuan untuk menentukan hasil bersih dari kerja alat pembelah buah pala. Penentuan rendemen penelitian dilakukan sepuluh ulangan dengan setiap ulangan terdapat empat buah pala yang dibelah sehingga jumlah keseluruhan 40 buah pala yang akan dibelah (masih utuh), setelah dilakukan proses pembelahan dengan sepuluh ulangan terdapat 35 buah yang dapat dibelah dan 5 buah rusak, sehingga diperoleh rendemen rata - rata pembelahan sebesar 87,5 %. Adapun nilai rendemen dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan penelitian yang dilakukan untuk mendapatkan hasil rendemen terbaik perlu memperhatikan tingkat kematangan buah atau buah yang tidak terlalu muda dan keseragaman diameter buah. Rendemen juga berhubungan terhadap kerusakan hasil dari alat pembelah buah pala ini karena apabila semakin tinggi rendemen, maka nilai kerusakan hasil semakin rendah.

4.3 Spesifikasi Alat

Hasil akhir dari penelitian ini adalah dengan parameter pembuatan dan pengujian alat yang mana dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Spesifikasi Alat Pembelah Buah Pala Semi Mekanis

| Parameter | Keterangan |
|----------------------|-------------------------|
| Dimensi (P x L x T) | 40 cm x 30 cm x 30 cm |
| Jumlah Operator | 1 Orang |
| Kapasitas kerja alat | 610 buah/jam |
| Rendemen | 87,5 % ± 13,176 % |
| Konstruksi Rangka | Besi siku (4 cm x 4 cm) |
| Jenis komoditas | Buah Pala |
| Berat Alat | 34 Kg |

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Alat pembelah buah pala terbukti cukup efektif dalam membelah buah pala. Hal tersebut terbukti dari alat pembelah buah pala semi mekanis ini memiliki kapasitas kerja rata - rata 610 buah/jam sedangkan pembelahan dengan cara manual diperoleh kapasitas sebesar 293 buah/jam, yang dua kali lipat lebih besar dibandingkan kapasitas kerja pembelahan buah pala secara manual dengan hasil yang baik, sehingga alat ini dapat membantu petani dalam proses pembelahan buah pala.
2. Alat pembelah buah pala ini memiliki persentase kerusakan hasil 12,5 % dan rendemen buah yang terbelah sebesar 87,5 %.
3. Alat ini lebih efisien karena alat ini lebih mudah dalam pengoperasiannya dan tidak menggunakan tenaga motor sehingga dapat disesuaikan dengan kondisi setempat, selain itu petani juga tidak perlu lagi membelah buah pala dengan cara manual satu persatu sehingga mengurangi resiko kecelakaan kerja.

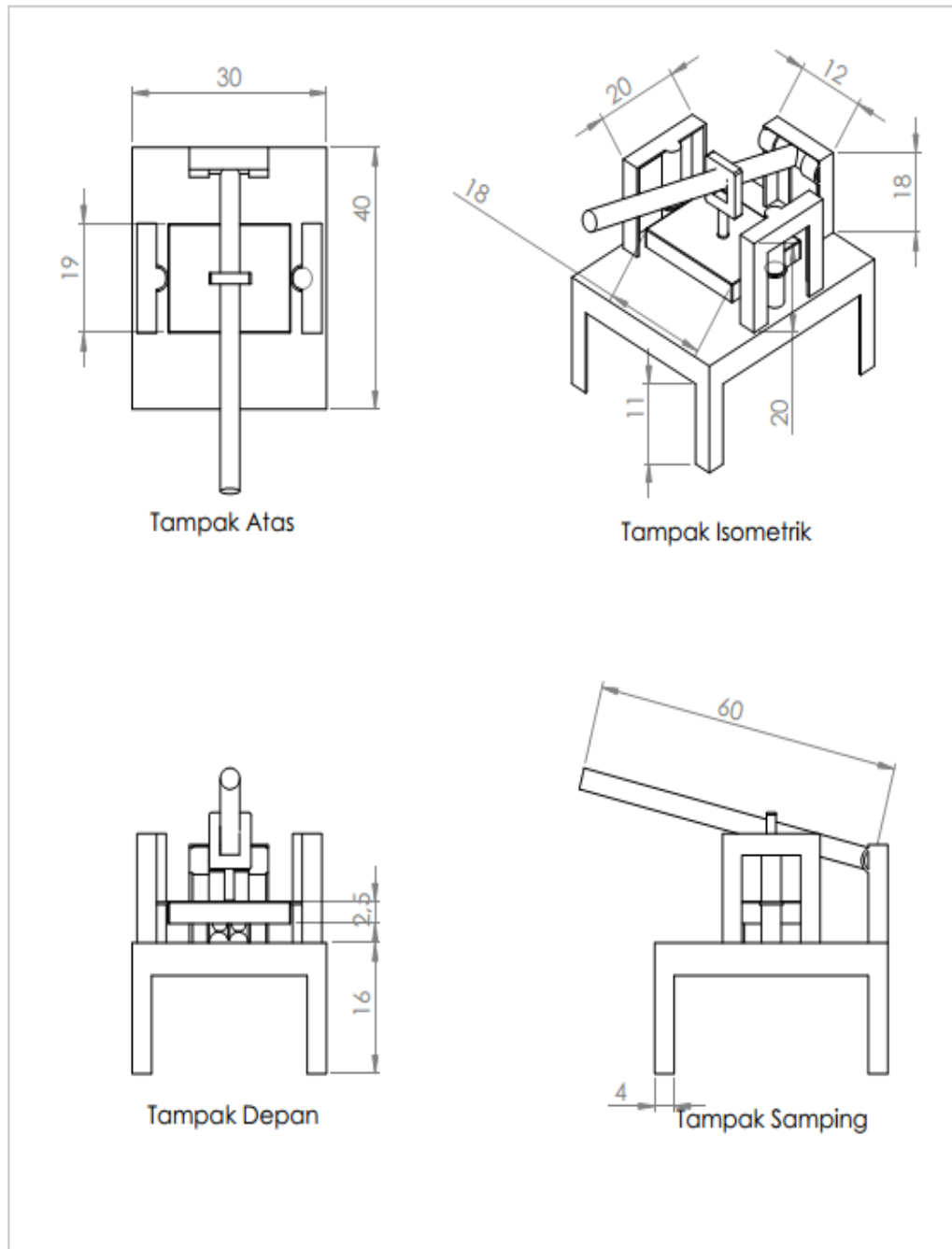
5.2 Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk memodifikasi sistem tuas pembelah, diharapkan tuas pembelah selanjutnya lebih fleksibel dalam menekan naik - turun sehingga tidak memerlukan gelang pada setiap sisi kanan - kiri pembelah. Hal ini dikarenakan penggunaan gelang di sisi kanan - kiri menimbulkan kemacetan dan kecilnya area untuk mengatur kedudukan buah.

DAFTAR PUSTAKA

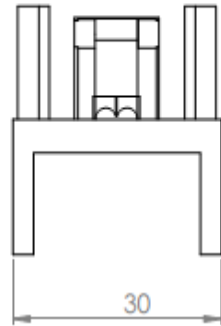
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2014. *Statistik Perkebunan Indonesia 2009 – 2013 Pala*. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Direktorat Pascapanen dan Pembinaan Usaha. Direktorat Jenderal Perkebunan. Kementerian Pertanian. 2012. *Pedoman Teknis Penanganan Pasca Panen Pala*. Jakarta.
- Handerson, S. M, dan R. L. Perry. 1998. *Agricultural Process Engineering*. Third Edition. The Alvi Publishing Company. Ins Wertport USA.
- Hayosi, N. dan T. Mandang. 1990. *Pengantar Ketenagakerjaan di Bidang Pertanian*. Keteknikan Pertanian Tingkat Lanjut. Bogor.
- Hurst, K. 2006. *Prinsip - prinsip Perancangan Teknik*. Erlangga. Jakarta.
- Indira, F. 1990. *Mempelajari Karakteristik Pengeringan Biji Pala*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.
- Mohsenin, N.N. 1980. *Physical Properties of Plant and Animal Materials*. Gordon and Breach Science Pub. New York.
- Nugroho, Wahyunanto Agung. 2010. *Modifikasi dan Uji Kinerja Orbapas*. Skripsi. Jurusan Keteknikan Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Purseglove, J. W., E. G. Brown, C. L. Green and S. R. J. Robbins. 1981. *Spices*. Vol 1. Longman Inc. New York.
- Rismunandar. 1990. *Budidaya dan Tata Niaga Pala*, cet. II. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Smith, H. P. dan Wilkes. L. H. 1990. *Mesin dan Peralatan Usaha Tani Edisi ke-6*. Diterjemahkan oleh Purwadi. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Somaatmadja, D. 1984. *Penelitian dan Pengembangan Pala dan Fuli*. Komunikasi No. 215. BBIHP. Bogor. 12 hal.
- Wibowo, Saldin. M. 2011. *Modifikasi dan Uji Performansi Alat Pengupas Kulit Buah Mete Gelondong*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB.
- Wijaya, Aji. 2007. *Uji Unjuk Kerja Mesin Pengering Tipe Efek Rumah Kaca (ERK) Berenergi Surya dan Biomassa Untuk Pengering Buah Pala (Myristica sp.)*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB.
- Wiriaatmadja, S. 1995. *Alsintan Pengiris dan Pematong*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Lampiran 1. Gambar Proyeksi Alat

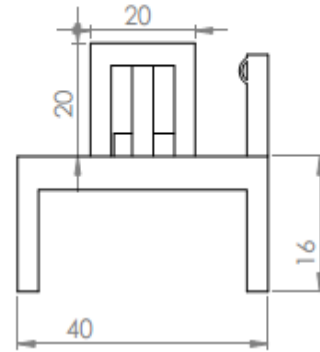


| | | | | | | | | | |
|---|--|---------------------------------|--|-----------------------------------|--|-------------------------------------|--|--------------|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN CENTIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | FINISH: 09 - Juni - 2015 | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | |
| DRAWN: Muhammad Tulus | | SIGNATURE: | | DATE: | | TITLE: ALAT PEMBELAH BUAH | | | |
| CHKD: Prof. Dr. Ir. Santosa, MP | | | | | | | | | |
| APPVD: | | | | | | | | | |
| MFG: | | | | | | | | | |
| G.A: | | | | MATERIAL: | | DWG NO. 1 | | A4 | |
| | | | | WEIGHT: | | SCALE: 1:5 | | SHEET 1 OF 1 | |

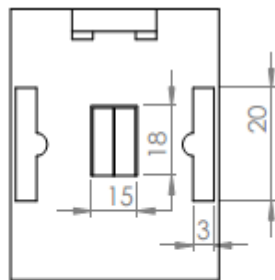
Lampiran 1. Lanjutan
Rangka Utama



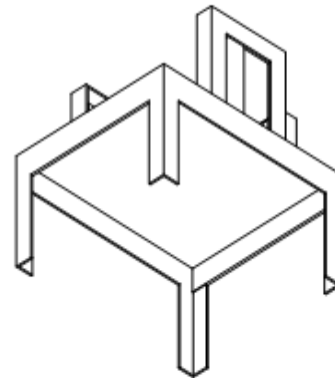
Depan



Samping



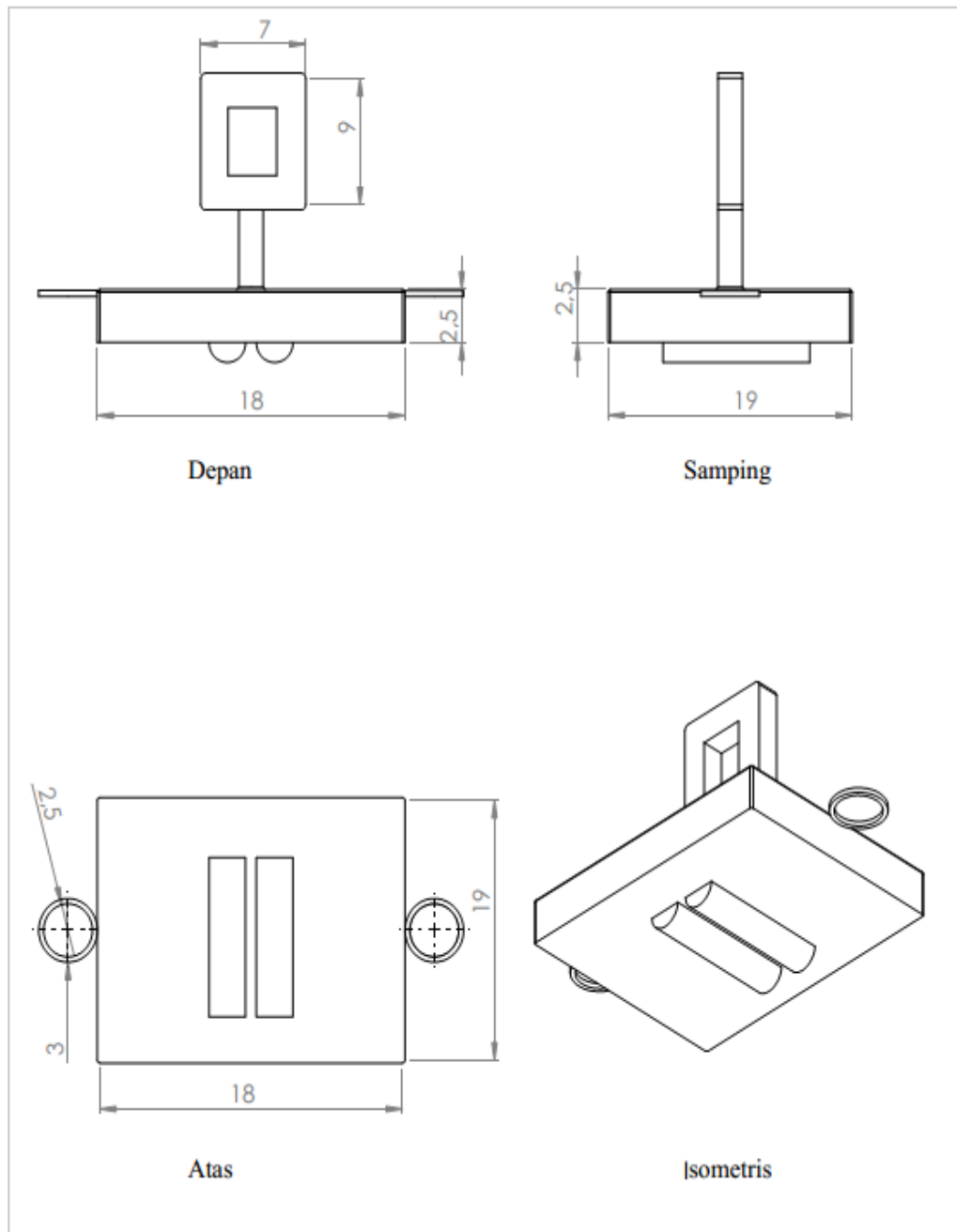
Atas



Isometris

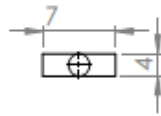
| | | | | | | |
|--|-----------|---------|-----------------------------------|-----------|----------------------|----------|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN CENTIMETER SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | FINISH: | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | REVISION |
| NAME | SIGNATURE | DATE | | | TITLE: | |
| DRAWN Muhammad Tulus | | | | | RANGKA UTAMA | |
| CHK'D Prof. Dr. Ir. Santosa, MP | | | | | | |
| APP'VD | | | | | | |
| MFG | | | | | | |
| Q.A | | | | MATERIAL: | DWG NO. | A4 |
| | | | | | 2 | |
| | | | WEIGHT: | SCALE:1:5 | SHEET 1 OF 1 | |

Lampiran 1. Lanjutan
Pembelah

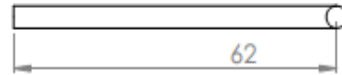


| | | | | | | | | | |
|--|--|------------|--|-----------------------------|--|----------------------|--|--------------|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN CENTIMETERS | | FINISH: | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | |
| SURFACE FINISH: | | | | | | | | | |
| TOLERANCES: | | | | | | | | | |
| LINEAR: | | | | | | | | | |
| ANGULAR: | | | | | | | | | |
| DRAWN: Muhammad Tulus | | SIGNATURE: | | DATE: | | TITLE: | | | |
| CHKD: Prof.Dr.Ir. Santosa,MP | | | | | | PEMBELAH | | | |
| APPVD: | | | | | | | | | |
| MFG: | | | | | | | | | |
| QA: | | | | | | | | | |
| | | | | MATERIAL: | | DWG NO. | | A4 | |
| | | | | | | 3 | | | |
| | | | | WEIGHT: | | SCALE:1:5 | | SHEET 1 OF 1 | |

Lampiran 1. Lanjutan
Tuas Pembelah



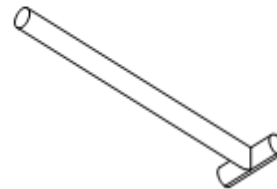
Depan



Samping



Atas



Isometris

| | | | | | | | | | |
|--|--|------------|--|-----------------------------------|--|----------------------|--|----------------------|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN CENTIMETERS | | FINISH: | | DESUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | |
| SURFACE FINISH: | | | | | | | | | |
| TOLERANCES: | | | | | | | | | |
| LINEAR: | | | | | | | | | |
| ANGULAR: | | | | | | | | | |
| DRAWN: Muhammad Tulus | | SIGNATURE: | | DATE: | | | | TITLE: | |
| CHK'D: Prof. Dr. Ir. Santosa, MP | | | | | | | | TUAS PEMBELAH | |
| APP'VD: | | | | | | | | | |
| MFG: | | | | | | | | | |
| Q.A: | | | | | | | | | |
| | | | | MATERIAL: | | DWG NO. | | A4 | |
| | | | | | | 4 | | | |
| | | | | WEIGHT: | | SCALE: 1:5 | | SHEET 1 OF 1 | |

Lampiran 2. Perhitungan Persentase Kerusakan Hasil

Data Persentase Kerusakan Hasil

| Ulangan | Jumlah awal buah pala (buah) | Jumlah buah pala yang rusak (buah) | Kerusakan Hasil (%) |
|--------------------|------------------------------|------------------------------------|---------------------|
| 1 | 4 | 1 | 25 |
| 2 | 4 | 1 | 25 |
| 3 | 4 | 0 | 0 |
| 4 | 4 | 0 | 0 |
| 5 | 4 | 1 | 25 |
| 6 | 4 | 0 | 0 |
| 7 | 4 | 0 | 0 |
| 8 | 4 | 1 | 25 |
| 9 | 4 | 1 | 25 |
| 10 | 4 | 0 | 0 |
| Jumlah | 40 | 5 | 125 |
| Rata - rata | 4 | 0,5 | 12,5 |
| SD | | | 13,176 |
| CV (%) | | | 105,409 |

Contoh:

$$\begin{aligned} \text{Kerusakan Hasil (\%)} &= (1 \text{ buah} / 4 \text{ buah}) \times 100 \\ &= 25 \% \end{aligned}$$

Perhitungan standar deviasi Kerusakan Hasil

| Ulangan | Kerusakan Hasil (Xi) | (Xi - X ⁻) | (Xi - X ⁻) ² |
|---------------|----------------------|------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 25 | 12,5 | 156,25 |
| 2 | 25 | 12,5 | 156,25 |
| 3 | 0 | -12,5 | 156,25 |
| 4 | 0 | -12,5 | 156,25 |
| 5 | 25 | 12,5 | 156,25 |
| 6 | 0 | -12,5 | 156,25 |
| 7 | 0 | -12,5 | 156,25 |
| 8 | 25 | 12,5 | 156,25 |
| 9 | 25 | 12,5 | 156,25 |
| 10 | 0 | -12,5 | 156,25 |
| Σ | 125 | 0 | 1562,5 |
| X^- | 12,5 | | |
| SD | 13,176 | | |
| CV (%) | 105,409 | | |

Lampiran 3. Perhitungan Kapasitas *Input*

Data Kapasitas *Input*

| Ulangan | Jumlah awal buah pala (buah) | Waktu pembelahan (jam) | Kapasitas (buah/jam) |
|--------------------|------------------------------|------------------------|----------------------|
| 1 | 4 | 0,006 | 667 |
| 2 | 4 | 0,005 | 800 |
| 3 | 4 | 0,007 | 571 |
| 4 | 4 | 0,005 | 800 |
| 5 | 4 | 0,007 | 571 |
| 6 | 4 | 0,005 | 800 |
| 7 | 4 | 0,006 | 667 |
| 8 | 4 | 0,006 | 667 |
| 9 | 4 | 0,007 | 571 |
| 10 | 4 | 0,005 | 800 |
| Jumlah | 40 | 0,059 | 6914 |
| Rata - rata | 4 | 0,006 | 691 |
| SD | | | 101,210 |
| CV (%) | | | 14,638 |

Contoh:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Input} &= 4 \text{ buah} / 0,006 \text{ jam} \\ &= 720,000 \text{ buah/jam} \end{aligned}$$

Perhitungan Standar Deviasi Kapasitas *Input*

| Ulangan | kapasitas(buah/jam) | (Xi - X ⁻) | (Xi - X ⁻) ² |
|----------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 667 | -24,761905 | 613,151926 |
| 2 | 800 | 108,57143 | 11787,7551 |
| 3 | 571 | -120 | 14400 |
| 4 | 800 | 108,57143 | 11787,7551 |
| 5 | 571 | -12,5 | 156,25 |
| 6 | 800 | 108,57143 | 11787,7551 |
| 7 | 667 | -24,761905 | 613,151926 |
| 8 | 667 | -24,761905 | 613,151926 |
| 9 | 571 | -120 | 14400 |
| 10 | 800 | 108,57143 | 11787,7551 |
| ∑ | 6914 | 107,5 | 77946,73 |
| X⁻ | 691 | | |
| SD | 101,210 | | |
| CV (%) | 14,638 | | |

Lampiran 4. Perhitungan Kapasitas Efektif

Data Kapasitas Efektif

| Ulangan | Jumlah buah Pala yang terbelah (buah) | Waktu Pembelahan (Jam) | Kapasitas (buah/jam) |
|--------------------|---------------------------------------|------------------------|----------------------|
| 1 | 3 | 0,006 | 500 |
| 2 | 3 | 0,005 | 600 |
| 3 | 4 | 0,007 | 571 |
| 4 | 4 | 0,005 | 800 |
| 5 | 3 | 0,007 | 429 |
| 6 | 4 | 0,005 | 800 |
| 7 | 4 | 0,006 | 667 |
| 8 | 3 | 0,006 | 500 |
| 9 | 3 | 0,007 | 429 |
| 10 | 4 | 0,005 | 800 |
| Jumlah | 35 | 0,059 | 6095 |
| Rata – rata | 3,5 | 0,006 | 610 |
| SD | | | 150,233 |
| CV (%) | | | 24,648 |

Contoh:

$$\text{Kapasitas Efektif} = 3 \text{ buah} / 0,006 \text{ jam}$$

$$= 540,000 \text{ buah/jam}$$

Perhitungan Standar Deviasi Kapasitas Efektif

| Ulangan | Kapasitas (buah/jam) | (Xi - X ⁻) | (Xi - X ⁻) ² |
|----------------------|----------------------|------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 500 | -109,52381 | 11995,46485 |
| 2 | 600 | -9,5238095 | 90,70294796 |
| 3 | 571 | -38,095238 | 1451,247168 |
| 4 | 800 | 190,47619 | 36281,17914 |
| 5 | 429 | -12,5 | 156,25 |
| 6 | 800 | 190,47619 | 36281,17914 |
| 7 | 667 | 57,142857 | 3265,306126 |
| 8 | 500 | -109,52381 | 11995,46485 |
| 9 | 429 | -180,95238 | 32743,76416 |
| 10 | 800 | 190,47619 | 36281,17914 |
| ∑ | 6095 | 168,4524 | 170541,738 |
| X⁻ | 610 | | |
| SD | 150,233 | | |
| CV (%) | 24,648 | | |

Lampiran 5. Perhitungan Rendemen

Data Rendemen

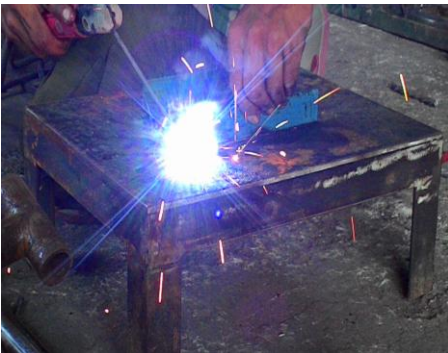
| Ulangan | Buah Pala Berbentuk Utuh (buah) | Buah Pala Sebelum dibelah (buah) | Rendemen (%) |
|--------------------|---------------------------------------|--|---------------|
| 1 | 3 | 4 | 75 |
| 2 | 3 | 4 | 75 |
| 3 | 4 | 4 | 100 |
| 4 | 4 | 4 | 100 |
| 5 | 3 | 4 | 75 |
| 6 | 4 | 4 | 100 |
| 7 | 4 | 4 | 100 |
| 8 | 3 | 4 | 75 |
| 9 | 3 | 4 | 75 |
| 10 | 4 | 4 | 100 |
| Jumlah | 35 | 40 | 875 |
| Rata – rata | 3,5 | 4 | 87,5 |
| SD | | | 13,176 |
| CV (%) | | | 15,058 |

Contoh:

$$\begin{aligned} \text{Rendemen (\%)} &= (3 \text{ buah} / 4 \text{ buah}) \times 100 \\ &= 75 \% \end{aligned}$$

Perhitungan Standar Deviasi Rendemen

| Ulangan | Rendemen (Xi) | (Xi - X ⁻) | (Xi - X ⁻) ² |
|----------------------|---------------|------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 75 | -12,5 | 156,25 |
| 2 | 75 | -12,5 | 156,25 |
| 3 | 100 | 12,5 | 156,25 |
| 4 | 100 | 12,5 | 156,25 |
| 5 | 75 | -12,5 | 156,25 |
| 6 | 100 | 12,5 | 156,25 |
| 7 | 100 | 12,5 | 156,25 |
| 8 | 75 | -12,5 | 156,25 |
| 9 | 75 | -12,5 | 156,25 |
| 10 | 100 | 12,5 | 156,25 |
| ∑ | 875 | 0 | 1562,5 |
| X⁻ | 87,5 | | |
| SD | 13,176 | | |
| CV (%) | 15,058 | | |

Lampiran 6. Dokumentasi**Pembuatan Rangka Alat****Proses Menggerinda****Proses Pengelasan****Pembuatan kedudukan buah****Bahan Sebelum dibelah****Bahan Sesudah dibelah**

Lampiran 6. Lanjutan



Hasil Akhir



Teknik Peletakan Buah



Teknik Penggunaan Alat



Bahan yang tidak Terbelah



Karang Biji yang Pecah



Alat Sesudah dicat