

PENGUJIAN ALAT PENGUPAS DAN PEMISAH KULIT ARI BIJI KEDELAI DENGAN 3 PERLAKUAN PADA BIJI KEDELAI

INDRA SAPUTRA¹⁾ & YUSUF ADE KURNIA²⁾

^{1,2)} Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi
Institut Sains dan Teknologi Al-Kamal, Jl.Raya Al-Kamal No.2,
Kedoya, Kebon Jeruk, Jakarta Barat - Tlp. 021-5811088, fax 021-58300105,
Email: isaputra1315@gmail.com, yusufadekurnia@gmail.com

ABSTRAK

Teknik pengupasan dan pemisahan kulit ari kedelai senantiasa berkembang, sebelumnya pengupasan dan pemisahan kulit ari kedelai dilakukan secara manual, sedangkan untuk saat ini alat pengupas dan pemisah kulit ari kedelai telah tersedia alat dengan menggunakan mesin. Sehingga untuk pengupasan dan pemisahan ini dibutuhkan dua mesin yaitu mesin pengupas dan mesin pemisah. Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap mesin pengupas dan pemisah kulit ari biji kedelai dalam satu rangka dengan menggunakan biji kedelai yang telah dilakukan perlakuan yang berbeda. Dengan demikian, pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan jenis perlakuan biji kedelai yang paling tepat, sehingga dapat menjaga efektifitas dan efisiensi alat tersebut. Dari data pengujian didapatkan jenis perlakuan biji kedelai yang memiliki tingkat keberhasilan pengupasan terbaik adalah biji kedelai yang didapatkan langsung dari pasar, yaitu memiliki tingkat keberhasilan pengupasan sebesar 55 %. Sedangkan untuk pemisahan kulit ari dan biji kedelai, bukaan tombol *dimmer* yang memiliki tingkat keberhasilan terbaik adalah bukaan secara maksimal, yaitu memiliki tingkat keberhasilan sebesar 87 %.

Kata Kunci: Pengujian Biji Kedelai, Tiga Perlakuan, Kulit Ari Kedelai, Pengupasan, Pemisahan.

1. LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan Negara yang kaya akan berbagai sumber daya alamnya, salah satu dari kekayaan Indonesia adalah makanan khas yang berbagai macam dari setiap daerahnya. Tempe adalah salah satu makanan yang menjadi ciri khas Indonesia.

Semakin berkembangnya zaman, teknik pembuatan tempe senantiasa mengalami perkembangan. Salah satu perkembangan adalah teknik pengolahan kedelai. Dulu proses pemecahan dan pengupasan kulit ari kedelai dilakukan secara manual yang memerlukan pengerjaan dan waktu yang lebih lama, seperti proses perebusan terlebih dahulu sampai peremasan atau pengupasan kulit ari kedelai itu sendiri.

Dari tahun ke tahun perhatian pemerintah terhadap dunia pertanian semakin meningkat, salah satunya memberikan penyuluhan tentang kegunaan dan kandungan nu-

trisi kacang kedelai yang secara langsung adalah bahan dasar untuk pembuatan kedelai. Sehingga dibutuhkan ide dan inovasi untuk memberikan suatu alternatif untuk meningkatkan efisiensi, efektifitas dan ekonomis. Untuk perkembangan teknologi saat ini proses pemecahan dan pengupas kulit ari dilakukan dengan menggunakan mesin.

Mesin pengupas dan pemisah kulit ari biji kedelai pada umumnya menggunakan biji kedelai kering yang didapat dari pasar dan langsung dilakukan proses pengupasan tanpa dilakukan perlakuan secara khusus terlebih dahulu, sehingga diperlukan pengujian terhadap alat pengupas dan pemisah kulit ari biji kedelai dengan menggunakan beberapa perlakuan yang berbeda pada biji kedelai. Dengan pengujian ini diharapkan mendapatkan sebuah proses yang dapat meningkatkan efisiensi alat pengupas dan pemisah kulit ari biji kedelai tersebut.

2. STUDI LITERATUR

1. *Teknologi Tepat Guna*

Teknologi tepat guna adalah teknologi yang praktis, ekonomis dan mudah perawatannya. Walaupun pemahaman dari teknologi tepat guna sangat beragam diantara banyak ilmu dan penerapannya, teknologi tepat guna pada umumnya dikenal sebagai pilihan teknologi beserta aplikasinya berskala relatif kecil, padat karya, hemat energi dan terkait erat dengan kondisi lokal.

Secara umum teknologi tepat guna dapat diartikan adalah teknologi yang dirancang bagi suatu masyarakat tertentu agar dapat disesuaikan dengan aspek-aspek lingkungan, keetisan, kebudayaan dan ekonomi masyarakat yang bersangkutan. Teknologi tepat guna haruslah menerapkan metode yang hemat sumber daya, mudah dirawat, dan berdampak polusif seminimal mungkin jika dibandingkan dengan teknologi arus utama yang ada pada umumnya. Banyak yang mendukung teknologi tepat guna pada masa modern juga menekankan pada manusia penggunaannya.

Menurut Dicky R. Munaf, 2008 hal. 330 tujuan pengembangan suatu teknologi pada dasarnya adalah untuk menjawab kebutuhan-kebutuhan, baik yang telah nyata, ataupun yang dirasakan dan diinginkan adanya, dan bahkanantisipasi akan diinginkan. Maka suatu upaya pengembangan teknologi yang efektif, pertama-tama harus didasarkan pada permintaan pasar, baik yang telah nyata ada atau yang mulai tampak dirasakan adanya.

2. *Kedelai (Glycine Max (L.) Merrill)*

Menurut Wawan Aep, 2006 hal.1 kedelai merupakan tanaman asli daratan Cina dan telah dibudidayakan oleh manusia sejak 2500 SM. Sejalan dengan makin berkembangnya perdagangan antar negara yang terjadi pada awal abad ke-19, menyebabkan tanaman kedelai juga ikut tersebar ke berbagai negara tujuan perdagangan tersebut, yaitu Jepang, Korea, Indonesia, India, Australia, dan Amerika. Kedelai mulai dikenal di Indonesia sejak abad ke-16. Awal mula penyebaran dan pembudidayaan kedelai yaitu di Pulau Jawa, kemudian berkembang ke Bali, Nusa Tenggara, dan pulau-pulau lainnya.

Pada awalnya, kedelai dikenal dengan beberapa nama botani, yaitu *Glycine soja* dan

Soja max. Namun pada tahun 1948 telah disepakati bahwa nama botani yang dapat diterima dalam istilah ilmiah, yaitu *Glycine max (L.) Merrill*.

Menurut Wawan Aep, 2006 hal. 10 pengetahuan tentang stadia pertumbuhan tanaman kedelai sangat penting, terutama bagi para pengguna aspek produksi kedelai. Hal ini terkait dengan jenis keputusan yang akan diambil untuk memperoleh pertumbuhan yang optimal dengan tingkat produksi yang maksimal dari tanaman kedelai, misalnya waktu pemupukan, penyiangan, pengendalian hama dan penyakit, serta penentuan waktu panen.

Menurut Wawan Aep, 2006 hal. 11 tanah dan iklim merupakan dua komponen lingkungan tumbuh yang berpengaruh pada pertumbuhan tanaman kedelai. Pertumbuhan kedelai tidak bisa optimal bila tumbuh pada lingkungan dengan salah satu komponen lingkungan tumbuh optimal. Hal ini dikarenakan kedua komponen ini harus saling mendukung satu sama lain sehingga pertumbuhan kedelai bisa optimal.

Menurut Wawan Aep, 2006 hal. 15 varietas memegang peranan penting dalam perkembangan penanaman kedelai karena untuk mencapai produktivitas yang tinggi sangat ditentukan oleh potensi daya hasil dari varietas unggul yang di tanam. Proses pembentukan varietas kedelai unggul dilakukan dengan tiga pendekatan, yaitu introduksi, seleksi galur, dan persilangan varietas atau galur yang sudah ada.

Tujuan pembentukan varietas unggul kedelai ini yaitu untuk meningkatkan produktivitas kedelai yang tidak dapat dipecahkan melalui pendekatan agronomi. Adapun beberapa aspek yang dapat dicapai melalui pembentukan varietas unggul ini antara lain sebagai berikut:

1. Meningkatkan potensi daya hasil uji;
2. Memperpendek umur masak atau panen;
3. Memperbaiki sifat ketahanan terhadap serangan penyakit utama kedelai, yaitu karat daun dan virus;
4. Menambah sifat ketahanan terhadap hama utama, yaitu lalat kacang (*Agromyza*), ulat pemakan daun (*lamprosema litura*), wereng kedelai (*phaedonia inclusa*), pengisap polong (*riportus linearis*), penggerek polong (*etiella*

zinckenella), serta pengisap dan pengge-
rek polong (*Nezera viridula*);

5. Toleransi terhadap antibiotic, meliputi tanah masam, kahat unsur hara, tanah basa, tanah jenuh air, dan pengaruh naungan; dan
6. Peningkatan mutu biji, khususnya kandungan protein, lemak, dan unsur kimia lainnya.

3. *Elemen Mesin*

1). *Motor Listrik*

Menurut Menurut F. I. Apeh, 2015 hal. 1 mesin penggiling adalah sebuah mekanisme kompleks yang dirancang untuk memecahkan bahan padat menjadi potongan-potongan yang lebih kecil atau ke ukuran yang dibutuhkan. Ada berbagai jenis mesin penggiling untuk memproses berbagai bahan. Pada umumnya mesin penggiling digerakan menggunakan daya secara manual, menggunakan hewan pekerja dan angin. Tetapi dalam waktu belakangan ini penggerak mesin penggiling menggunakan motor listrik berdaya AC atau DC.

Menurut Sularso, 1996 hal. 192 motor listrik dapat diklasifikasikan secara kasar atas motor induksi dan motor sinkron. Motor induksi mempunyai faktor daya dan efisiensi yang lebih rendah pada motor sinkron. Arus awal motor induksi juga sangat besar. Namun motor induksi sampai 600 kW banyak dipakai karena harganya relatif murah dan pemeliharaannya mudah.

Menurut Sularso, 1996 hal. 193 motor listrik dapat distart dengan berbagai cara. Dalam tabel 1 diberikan garis besar karakteristik berbagai starter yang diterapkan pada berbagai jenis motor. Dalam memilih gabungan yang sesuai dengan tabel ini, perlu diperhatikan momen awal, kapasitas sumber daya ditempat pemasangan kompresor, dan pengaruh awal pada system distribusi yang ada.

Tabel 1. Tabel Karakteristik start pada motor listrik.

Motor	Starter	Momen awal (%)	Arus awal (%)	Harga	
Motor Induksi	Sangkar bajing	Tanpa starter (tegangan penuh)	100	500	Murah
	Jenis rotor lift	Reaktor	40	400	Sedang
		Kompensator	40	200	Mahal
		Resistor Sekunder	100	150	Paling mahal
Motor Sinkron	Tanpa starter (tegangan penuh)	Reaktor	50-60	500	Murah
		Kompensator	20-30	400	Sedang
			20-30	200	Mahal

2). *Blower*

Menurut Menurut Sanda, 2012 hal. 40 Blower banyak digunakan untuk ventilasi dan proses industri yang memerlukan aliran udara. Sistem *blower* penting untuk menjaga pekerjaan proses industri. Blower terdiri dari sudusudu, sistem penggerak motor listrik, ducting, peralatan pengendali aliran. Blower dalam aplikasinya dapat mencapai tekanan yang lebih tinggi daripada fan, sampai 1,20 kg/cm².

Blower sentrifugal hampir serupa dengan pompa sentrifugal, dimana impelelnya digerakan oleh gir dengan putaran mencapai 15.000 rpm. Pada blower multi tahap, udara dipercepat setiap melewati impeler. Pada blower tahap tunggal, udara tidak mengalami banyak belokan, sehingga lebih efisien. Blower sentrifugal beroperasi pada tekanan 0,35 – 0,70 kg/cm². Salah satu karakteristiknya, yaitu bahwa aliran udara cenderung turun secara drastis begitu tekanan sistem meningkat, sehingga merugikan pada sistem pengangkutan bahan yang tergantung pada volume udara. Oleh karena itu blower sentrifugal ini dipilih untuk penerapan sistem yang cenderung tidak terjadi penyumbatan.

Menurut Kay T.M, Htay H.W, 2014 hal. 1 *blower* sentrifugal memiliki dua bagian utama, yaitu casing dan impeller. Impeller sering dianggap sebagai bagian integral dari motor hisap, rumah dan motor yang dirakit dalam satu unit. Impeller digerakan oleh poros untuk menambah kecepatan pada fluida dengan gaya sentrifugal sehingga fluida terlempar melalui ujung-ujung *impeller*. Energi yang diciptakan adalah energi kinetik, jumlah energi yang diberikan pada fluida sesuai dengan kecepatan ujung baling-baling impeller.

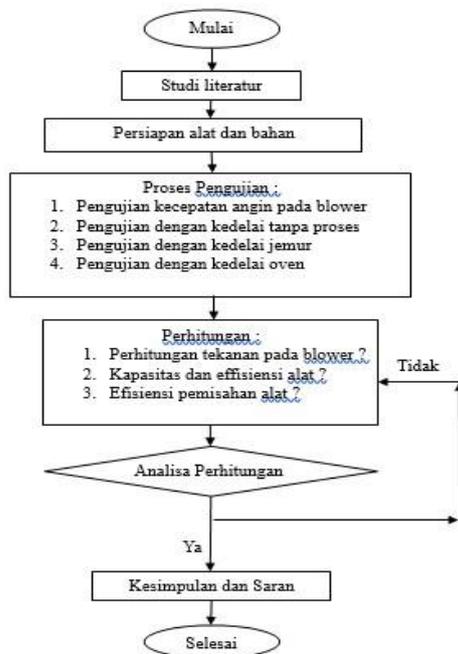
Menurut Bharath Parshi, Anoop Kumar, 2017 hal. 93 gaya sentrifugal pada blower sentrifugal dihasilkan dari rotasi *impeller* dengan meningkatkan tekanan udara/gas. Pada saat *impeller* berputar, udara pada *impeller* akan terlempar karena gaya sentrifugal dan akan bergerak menuju kipas selubung sehingga tekanan akan meningkat.



Gambar 1. Blower sentrifugal.

3. METODE PENELITIAN

1. Diagram Alur Penelitian



Gambar 2. Diagram alur penelitian.

2. Alat Pengupas dan Pemisah Kulit Ari Biji Kedelai

1). Spesifikasi Alat

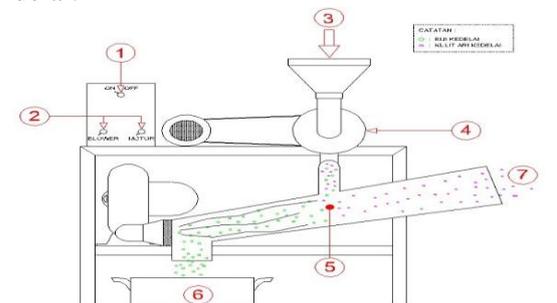
Alat pengupas dan pemisah kulit ari biji kedelai memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Alat ini menggunakan penggerak motor listrik dengan daya 746 watt dan putaran 1400 rpm;
- Alat untuk memisahkan antara biji dan kulit ari menggunakan blower jenis keong dengan daya 150 watt, putaran 3000-3600 rpm dan dimensi blower 200 mm x 180 mm x 200 mm;

- Alat ini memiliki alat pengatur putaran motor dan *blower* yang terletak pada kotak saklar;
- Alat pengatur utama pada *blower* menggunakan dimmer, sedangkan sebagai cadangan menggunakan katup bola;
- Alat ini memiliki dimensi 600 mm x 400 mm x 930 mm; dan
- Alat ini memiliki plat berlubang pada corong dengan diameter 8 mm.

2). Cara Kerja Alat

Pada dasarnya cara kerja mesin pengupas dan pemisah kulit ari kedelai ini adalah bekerja dengan cara menggilas biji kedelai dengan menggunakan dua piringan batu. Dimana salah satu piringan batu tidak bergerak, dan salah satu bergerak atau berputar. Piringan batu ini digerakan dengan motor listrik. Jarak antara piringan batu dibuat sesuai dengan diameter biji kedelai sehingga biji kedelai yang masuk hanya mengalami pengupasan kulit ari dan terbelah menjadi dua bagian. Berikut ini penjelasan tentang langkah-langkah kerja alat pengupas dan pemisah kulit ari biji kedelai yang akan digunakan sebagai alat pengujian biji kedelai:



Gambar 3. Langkah-Langkah Kerja Alat Pengupas dan Pemisah Kulit Ari Kedelai di Laboratorium Teknik Mesin Institut Sains dan Teknologi Al Kamal.

- Tahap nomor 1 (satu) tekan tombol saklar untuk menyalakan motor listrik dan blower;
- Tahap nomor 2 (dua) putar tombol pengatur kecepatan putaran motor listrik dan *blower*;
- Tahap nomor 3 (tiga) biji kedelai yang sudah dipersiapkan dimasukan kedalam corong penampung biji kedelai yang memiliki lubang-lubang kecil yang langsung terhubung dengan alat pengupas atau penggilas biji kedelai;

- 4) Tahap nomor 4 (empat) kedelai yang masuk ke dalam alat pengupas kulit ari biji kedelai akan terpecah dan terkelupas kulit arinya;
- 5) Tahap nomor 5 (lima) setelah melewati tahap pengupasan kedelai akan terjatuh ke dalam pipa pemisah, sehingga akan terjadi proses pemisahan antara kulit ari dan biji kedelai. Proses pemisahan ini dilakukan dengan menggunakan tekanan dari blower yang telah diatur sehingga tekanan itu mampu untuk mendorong kulit ari kedelai tetapi tidak mampu untuk mendorong biji kedelai;
- 6) Tahap nomor 6 (enam) biji kedelai yang sudah pecah dan terkelupas kulit arinya akan jatuh ke tempat penampungan; dan
- 7) Tahap nomor 7 (tujuh) kulit ari biji kedelai akan terbang ke arah bagian terujung keluaran pipa pemisah dan jatuh ke tempat penampung kulit ari biji kedelai.

3). Metode Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan cara mengukur parameter-parameter yang terdapat pada biji kedelai dan alat pengupas dan pemisah kulit ari biji kedelai yang akan digunakan sebagai alat pengujian.

Adapun beberapa data yang diambil setelah atau sesudah pengujian adalah sebagai berikut:

- a) Kecepatan udara pada sisi keluaran *blower* yang terdapat pada saluran pemisah biji kedelai dan kulit ari biji kedelai. Kecepatan udara pada sisi keluaran *blower* diukur menggunakan anemometer;
- b) Massa biji kedelai sebelum dan sesudah dilakukan proses penjemuran dan pengovenan. Sebelum dan sesudah proses jemur atau oven, biji kedelai ditimbang menggunakan timbangan digital terlebih dahulu;
- c) Massa biji kedelai yang berhasil terkelupas oleh alat pengupas setelah dilakukan proses pengujian;
- d) Massa biji kedelai yang tidak berhasil terkelupas oleh alat pengupas setelah dilakukan proses pengujian;
- e) Massa kulit biji kedelai yang berhasil terpisah oleh alat pemisah setelah dilakukan pengujian; dan

- f) Massa kulit biji kedelai yang tidak berhasil terpisah oleh alat pemisah setelah dilakukan pengujian.

Data yang diperoleh dari hasil pengujian, kemudian diolah menggunakan persamaan-persamaan berdasarkan pustaka yang digunakan. Untuk mengetahui jenis perlakuan yang paling efisien untuk alat ini dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Penentuan tekanan yang di hasilkan pada sisi keluaran *blower*.

Untuk perhitungan tekanan yang terdapat pada sisi keluar *blower* dapat dilakukan dengan persamaan berikut:

$$p = \frac{1}{2} \rho v^2$$

dimana: p : Tekanan (bar)

ρ : Massa jenis udara (kg/m^3)

v : Kecepatan (m/s)

- b. Penentuan kapasitas rata-rata yang dihasilkan oleh alat pengupas kulit ari biji kedelai dalam 1 jam untuk setiap jenis perlakuan. Untuk mendapatkan kapasitas rata-rata per jam dapat dilakukan dengan persamaan berikut ini:

$$Q = \frac{\sum Q_m}{n}$$

dimana:

Q : Kapasitas rata-rata (kg/jam)

$\sum Q_m$: Kapasitas (kg/jam)

n : Jumlah pengujian

- c. Penentuan efisiensi pengupasan yang dihasilkan oleh alat pengupas kulit ari biji kedelai. Proses ini dilakukan dengan cara menimbang massa biji kedelai yang berhasil terkelupas dan biji kedelai yang tidak terkelupas. Setelah itu dapat ditentukan dari persamaan berikut ini:

$$\eta = \frac{\text{hasil pengujian}}{\text{kapasitas yang uji}} \times 100\%$$

- d. Penentuan efisiensi pemisahan yang dihasilkan oleh alat pemisah kulit ari biji kedelai. Proses ini dilakukan dengan cara menimbang massa kulit biji kedelai yang berhasil terpisah dan yang tidak terpisah. Setelah itu dapat ditentukan dari persamaan berikut ini:

$$n = \frac{\text{hasil pengujian}}{\text{Jumlah kulit ari terkelupas}} \times 100\%$$

4. PENGUJIAN DAN PERHITUNGAN

1. Pengujian Alat

1). Pengujian Kecepatan Angin Blower

Pengujian kecepatan angin pada *blower* dilakukan untuk mengetahui tekanan yang dihasilkan oleh *blower*. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan anemometer yang diarahkan pada lubang *discharge blower*. Pada pengujian ini dimmer pada *blower* dibagi menjadi 4 bagian putaran:

- Tombol dimmer diputar dengan 1/4 putaran.
- Tombol dimmer diputar dengan 1/2 putaran.
- Tombol dimmer diputar dengan 3/4 putaran.
- Tombol dimmer diputar secara total.

Langkah-langkah yang dijalankan dalam pengujian kecepatan angin pada *discharge blower* adalah sebagai berikut:

- Membuka saluran pemisah biji kedelai dan kulit arinya.
- Menyalakan *blower* dengan menekan tombol saklar pada kotak saklar.
- Memutar tombol dimmer secara berurut, mulai dari 1/4 putaran sampai dengan putaran tombol secara total.
- Melakukan pengukuran dengan menggunakan anemometer. Pengukuran ini dilakukan secara urut, pada saat tombol diputar 1/4 putaran dilakukan pengukuran pertama, pada saat tombol diputar 1/2 putaran dilakukan pengukuran, dan seterusnya sampai pada putaran tombol *dimmer* secara total.
- Mencatat kecepatan angin yang diperoleh dari hasil pengukuran.

Setelah dilakukan pengujian pada lubang *discharge blower* maka didapatkan data kecepatan angin sebagai berikut:

Tabel 2. Data Hasil Pengukuran.

No.	Putaran Tombol Dimmer	Kecepatan (m/s)
1	1/4 Putaran tombol dimmer	0
2	1/2 Putaran tombol dimmer	4,93
3	3/4 Putaran tombol dimmer	8,75
4	Putaran secara total	9,09

b). Pengujian Alat Pengupas dan Pemisah Kulit Ari Biji Kedelai

Pada saat alat ini beroperasi maka akan menghasilkan waktu proses yang dibutuhkan untuk pengupasan biji kedelai untuk setiap jumlah kedelai yang diproses. Data yang diperoleh pada proses pengujian ini yaitu kapasitas pengupasan dan pemisahan per satuan waktu.

Pada pengujian pertama menggunakan biji kedelai dalam keadaan yang baru dibeli dari pasar atau biji kedelai tanpa proses, proses pengujian yang kedua dengan menggunakan media biji kedelai yang sudah melalui proses penjemuran selama 3 hari, proses pengujian yang ketiga dengan menggunakan media biji kedelai yang sudah dipanaskan dengan menggunakan oven pada suhu 100 °C selama 15 menit.

Adapun alat dan bahan yang dibutuhkan dalam pengujian alat ini adalah sebagai berikut:

- 3 x 500 gram biji kedelai dalam keadaan baru beli dari pasar;
- 3 x 498 gram biji kedelai dalam keadaan yang sudah dijemur selama 3 hari;
- 3 x 496 gram biji kedelai dalam keadaan sudah dioven pada suhu 100 °C selama 15 menit;
- Stopwatch;
- Timbangan; dan
- Buku dan pensil.

Langkah-langkah yang dijalankan dalam pengujian alat pengupas dan pemisah kulit ari kedelai adalah sebagai berikut:

- Memastikan posisi pintu corong dalam keadaan tertutup sebelum alat dioperasikan;
- Menghubungkan saklar alat dengan arus listrik dan tekan tombol saklar;
- Besarkan kecepatan motor listrik dan *blower* dengan memutar tombol pengatur kecepatan di kotak panel;
- Masukan biji kedelai kedalam corong;
- Buka pintu corong secara perlahan;
- Nyalakan *stopwatch* selama proses pengupasan dan pemisahan kulit ari kedelai; dan
- Mencatat waktu yang diperlukan sampai semua biji kedelai melewati proses pengupasan dan pemisahan kulit ari.

Proses pengujian ini dilakukan sebanyak tiga kali untuk setiap jenis biji kedelai, pengujian yang pertama dilakukan dengan menggunakan biji kedelai yang baru dibeli dari pasar. Proses pengujian yang kedua dilakukan dengan menggunakan biji kedelai yang sudah dilakukan proses penjemuran selama tiga hari, penjemuran ini bertujuan untuk mengurangi kadar air di dalam biji kedelai tersebut. Sedangkan untuk pengujian yang ketiga dilakukan dengan menggunakan biji kedelai yang sudah dilakukan proses pengovenan dengan suhu 100 °C selama 15 menit.

Data-data yang diperoleh dari pengujian alat dan pengupas kulit ari biji kedelai dengan menggunakan tiga jenis perlakuan pada biji kedelai adalah sebagai berikut:

1). Data hasil pengujian dengan menggunakan biji kedelai langsung dari pasar.

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Kedelai Dari Pasar.

No.	Keterangan	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3
1.	Kedelai Terkelupas	304,4 gr	224,9 gr	300,3 gr
2.	Kedelai Utuh	136,9 gr	239,2 gr	163,5 gr
3.	Kulit Ari Terpisah	41,0 gr	26,0 gr	30,4 gr
4.	Kulit Ari Tidak Terpisah	14,2 gr	5,5 gr	1,7 gr
5.	Waktu Operasi Alat	150 detik	155 detik	150 detik

2). Data hasil pengujian dengan menggunakan biji kedelai yang telah dijemur selama tiga hari.

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Kedelai Jemur.

No.	Keterangan	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3
1.	Kedelai Terkelupas	220,2 gr	251,6 gr	220,1 gr
2.	Kedelai Utuh	250,7 gr	213,9 gr	252,4 gr
3.	Kulit Ari Terpisah	21,4 gr	27,1 gr	21,4 gr
4.	Kulit Ari Tidak Terpisah	4,5 gr	4,4 gr	3,0 gr
5.	Waktu Operasi Alat	150 detik	155 detik	152 detik

3) Data hasil pengujian dengan menggunakan biji kedelai yang telah dioven dengan suhu 100 °C selama 15 menit.

Tabel 5. Data Hasil Pengujian Kedelai Oven.

No.	Keterangan	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3
1.	Kedelai Terkelupas	135,6 gr	167,9 gr	161,9 gr
2.	Kedelai Utuh	342,4 gr	306,6 gr	311,2 gr
3.	Kulit Ari Terpisah	12,1 gr	15,8 gr	14,4 gr
4.	Kulit Ari Tidak Terpisah	3,8 gr	2,7 gr	4,1 gr
5.	Waktu Operasi Alat	155 detik	150 detik	155 detik

2. Perhitungan

1). Perhitungan Kapasitas Alat

(a). Pengujian dengan biji kedelai dari pasar

- Pengujian 1

Massa (m) : 500 gr
Waktu (t) : 150 detik
Kapasitas (Q1) : m / t
: 500 gr / 150 detik
: 3,333 gr/detik
: 11,999 kg/jam

- Pengujian 2

Massa(m) : 500 gr
Waktu (t) : 155 detik
Kapasitas (Q1) : m / t
: 500 gr / 155 detik
: 3,226 gr/detik
: 11,614 kg/jam

- Pengujian 3

Massa (m) : 500 gr
Waktu (t) : 150 detik
Kapasitas (Q1) : m / t
: 500 / 150 detik
: 3,333 gr/detik
: 11,999 kg/jam

- Kapasitas rata-rata dalam satu jam.

$$(Q) = \frac{\sum Q_m}{n}$$

$$= \frac{11.999 + 11.614 + 11.999}{3}$$

$$= 11.871 \text{ kg/jam}$$

(b). Pengujian dengan biji kedelai jemur selama tiga hari.

- Pengujian 1

Massa (m) : 498 gr
Waktu (t) : 150 detik
Kapasitas (Q1) : m / t
: 498 gr / 150 detik
: 3,32 gr/detik
: 11,952 kg/jam

- Pengujian 2
Massa (m) : 498 gr
Waktu (t) : 155 detik
Kapasitas (Q1) : m / t
: 498 gr / 155 detik
: 3,213 gr/detik
: 11,567 kg/jam

- Pengujian 3
Massa (m) : 498 gr
Waktu (t) : 152 detik
Kapasitas (Q1) : m / t
: 498 gr / 152 detik
: 3,276 gr/detik
: 11,794 kg/jam

- Kapasitas rata-rata dalam satu jam.

$$(Q) = \frac{\sum Q_m}{n}$$

$$= \frac{11.952 + 11.567 + 11.794}{3}$$

$$= 11.771 \text{ kg/jam}$$

- (c). Pengujian dengan biji kedelai oven.

- Pengujian 1
Massa (m) : 496 gr
Waktu (t) : 155 detik
Kapasitas(Q1) : m / t
: 496 gr / 155 detik
: 3,2 gr/detik
: 11,52 kg/jam

- Pengujian 2
Massa(m) : 496 gr
Waktu(t) : 150 detik
Kapasitas (Q1) : m / t
: 3,307 gr/detik
: 11,905 kg/jam

- Pengujian 3
Massa (m) : 496 gr
Waktu (t) : 155 detik
Kapasitas (Q1) : m / t
: 496 gr / 155 detik
: 3,2 gr/detik
: 11,52 kg/jam

- Kapasitas rata-rata dalam satu jam.

$$(Q) = \frac{\sum Q_m}{n}$$

$$= \frac{11.520 + 11.905 + 11.52}{3}$$

$$= 11.648 \text{ kg/jam}$$

Jadi rata-rata kapasitas yang dihasilkan dari alat pengupas dan pemisah kulit ari biji

kedelai dengan pengujian 3 jenis perlakuan yang berbeda biji kedelai adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Kapasitas Rata-Rata.

No.	Jenis Kedelai	Kapasitas Rata-Rata
1.	Biji Kedelai Pasar	11,871 kg/jam
2.	Biji Kedelai Jemur	11,771 kg/jam
3.	Biji Kedelai Oven	11,648 kg/jam

2). Perhitungan Tingkat Keberhasilan Pengupasan Alat

(a). Pengujian dengan biji kedelai dari pasar

Diketahui dari data pengujian:

Tabel 7. Hasil Pengujian Biji Kedelai Pasar.

No.	Keterangan	Uji 1	Uji 2	Uji 3
1.	Kedelai Terkelupas	304,4 gr	224,9 gr	300,3 gr
2.	Kedelai Utuh	136,9 gr	239,2 gr	163,5 gr

- Pengujian 1

$$\eta = \frac{\text{hasil pengujian}}{\text{kapasitas yang uji}} \times 100\%$$

$$= \frac{304.4}{500} \times 100\%$$

$$= 61\%$$

- Pengujian 2

$$\eta = \frac{\text{hasil pengujian}}{\text{kapasitas yang uji}} \times 100\%$$

$$:$$

$$= \frac{224.9}{500} \times 100\%$$

$$= 45\%$$

- Pengujian 3

$$\eta = \frac{\text{hasil pengujian}}{\text{kapasitas yang uji}} \times 100\%$$

$$= \frac{300.3}{500} \times 100\%$$

$$= 60\%$$

- Efisiensi rata-rata.

$$(\eta) = \frac{\sum \eta_m}{z}$$

$$= \frac{61 + 45 + 60}{3}$$

$$= 55 \%$$

Tingkat keberhasilan alat pengupas dan pemisah kulit ari dengan menggunakan biji kedelai langsung dari pasar adalah 55 %.

(b). *Pengujian dengan biji kedelai jemur.*

Diketahui dari data pengujian:

Tabel 8. Hasil Pengujian Biji Kedelai Pasar

No.	Keterangan	Uji 1	Uji 2	Uji 3
1.	Kedelai Terkelupas	220,2 gr	251,6 gr	220,1 gr
2.	Kedelai Utuh	250,7 gr	213,9 gr	252,4 gr

• Pengujian 1

$$\eta = \frac{\text{hasil pengujian}}{\text{kapasitas yang uji}} \times 100\%$$

$$= \frac{220,2}{498} \times 100\%$$

$$= 44\%$$

• Pengujian 2

$$\eta = \frac{\text{hasil pengujian}}{\text{kapasitas yang uji}} \times 100\%$$

$$= \frac{251,6}{498} \times 100\%$$

$$= 51\%$$

• Pengujian 3

$$\eta = \frac{\text{hasil pengujian}}{\text{kapasitas yang uji}} \times 100\%$$

$$= \frac{220,1}{498} \times 100\%$$

$$= 44\%$$

• Efisiensi rata-rata.

$$(\eta) = \frac{\sum \eta_m}{z}$$

$$= \frac{44 + 51 + 44}{3}$$

$$= 46 \%$$

Tingkat keberhasilan alat pengupas dan pemisah kulit ari dengan menggunakan biji kedelai yang dijemur selama tiga hari adalah 46 %.

(c). *Pengujian dengan biji kedelai oven.*

Diketahui dari data pengujian:

Tabel 9. Hasil Pengujian Biji Kedelai Pasar

No.	Keterangan	Uji 1	Uji 2	Uji 3
1.	Kedelai Terkelupas	135,6 gr	167,9 gr	161,9 gr
2.	Kedelai Utuh	342,4 gr	306,6 gr	311,2 gr

• Pengujian 1

$$\eta = \frac{\text{hasil pengujian}}{\text{kapasitas yang uji}} \times 100\%$$

$$= \frac{135,6}{496} \times 100\%$$

$$= 27\%$$

• Pengujian 2

$$\eta = \frac{\text{hasil pengujian}}{\text{kapasitas yang uji}} \times 100\%$$

$$= \frac{167,9}{496} \times 100\%$$

$$= 34\%$$

• Pengujian 3

$$\eta = \frac{\text{hasil pengujian}}{\text{kapasitas yang uji}} \times 100\%$$

$$= \frac{161,9}{496} \times 100\%$$

$$= 33\%$$

• Efisiensi rata-rata.

$$(\eta) = \frac{\sum \eta_m}{z}$$

$$= \frac{27 + 34 + 33}{3}$$

$$= 31 \%$$

Tingkat keberhasilan alat pengupas dan pemisah kulit ari dengan menggunakan biji kedelai yang dioven dengan suhu 100°C selama 15 menit adalah 31 %.

3). *Perhitungan Tingkat Keberhasilan Pemisahan Alat*

(a). *Pengujian dengan 1/2 putaran tombol dimmer.*

Diperoleh dari data pengujian:

Tabel 10. Hasil Pengujian 1/2 Putaran Tombol Dimmer.

No.	Keterangan	Pengujian K. Pasar	Pengujian K. Jemur	Pengujian K. Oven
1.	Kulit Ari Terpisah	41,0 gr	21,4 gr	12,1 gr
2.	Kulit Ari Tidak Terpisah	14,2 gr	4,5 gr	3,8 gr
3.	Total Kulit Ari Terkupas	55,2 gr	25,9 gr	15,9 gr

• *Pengujian kedelai pasar*

$$\begin{aligned} n &= \frac{\text{Kulit ari terpisah}}{\text{Total kulit terkupas}} \times 100\% \\ &= \frac{41.0}{55.2} \times 100\% \\ &= 74\% \end{aligned}$$

• *Pengujian kedelai jamur*

$$\begin{aligned} n &= \frac{\text{Kulit ari terpisah}}{\text{Total kulit terkupas}} \times 100\% \\ &= \frac{21.4}{25.9} \times 100\% \\ &= 83\% \end{aligned}$$

• *Pengujian kedelai oven*

$$\begin{aligned} n &= \frac{\text{hasil pengujian}}{\text{kapasitas yang uji}} \times 100\% \\ &= \frac{12.1}{15.9} \times 100\% \\ &= 76\% \end{aligned}$$

• *Efisiensi rata-rata.*

$$\begin{aligned} (\eta) &= \frac{\sum \eta_m}{z} \\ &= \frac{74 + 83 + 76}{3} \\ &= 78\% \end{aligned}$$

Tingkat keberhasilan pemisahan kulit ari dengan menggunakan bukaan 1/2 putaran tombol dimmer adalah 78 %.

(b). *Pengujian dengan 3/4 putaran tombol dimmer.*

Diperoleh dari data pengujian:

Tabel 11. Hasil Pengujian 3/4 Putaran Tombol Dimmer.

No.	Keterangan	Pengujian K. Pasar	Pengujian K. Jemur	Pengujian K. Oven
1.	Kulit Ari Terpisah	26,0 gr	27,1 gr	15,8 gr
2.	Kulit Ari Tidak Terpisah	5,5 gr	4,4 gr	2,7 gr
3.	Total Kulit Ari Terkupas	31,5 gr	31,5 gr	18,5 gr

• *Pengujian kedelai pasar*

$$\begin{aligned} n &= \frac{\text{Kulit ari terpisah}}{\text{Total kulit terkupas}} \times 100\% \\ &= \frac{26.0}{31.5} \times 100\% \\ &= 83\% \end{aligned}$$

• *Pengujian kedelai jamur*

$$\begin{aligned} n &= \frac{\text{Kulit ari terpisah}}{\text{Total kulit terkupas}} \times 100\% \\ &= \frac{27.1}{31.5} \times 100\% \\ &= 86\% \end{aligned}$$

• *Pengujian kedelai oven*

$$\begin{aligned} n &= \frac{\text{hasil pengujian}}{\text{kapasitas yang uji}} \times 100\% \\ &= \frac{15.8}{18.5} \times 100\% \\ &= 85\% \end{aligned}$$

• *Efisiensi rata-rata.*

$$\begin{aligned} (\eta) &= \frac{\sum \eta_m}{z} \\ &= \frac{83 + 86 + 85}{3} \\ &= 85\% \end{aligned}$$

Tingkat keberhasilan pemisahan kulit ari dengan menggunakan bukaan 3/4 putaran tombol dimmer adalah 85 %.

(c). *Pengujian dengan putaran maksimal tombol dimmer.*

Diperoleh dari data pengujian:

Tabel 12. Hasil Pengujian Putaran Maksimal Tombol Dimmer.

No.	Keterangan	Pengujian K. Pasar	Pengujian K. Jemur	Pengujian K. Oven
1.	Kulit Ari Terpisah	30,4 gr	21,4 gr	14,4 gr
2.	Kulit Ari Tidak Terpisah	1,7 gr	3,0 gr	4,1 gr
3.	Total Kulit Ari Terkupas	32,1 gr	24,4 gr	18,5 gr

- Pengujian kedelai pasar

$$\begin{aligned} n &= \frac{\text{Kulit ari terpisah}}{\text{Total kulit terkupas}} \times 100\% \\ &= \frac{30.4}{32.1} \times 100\% \\ &= 95\% \end{aligned}$$

- Pengujian kedelai jemur

$$\begin{aligned} n &= \frac{\text{Kulit ari terpisah}}{\text{Total kulit terkupas}} \times 100\% \\ &= \frac{21.4}{24.4} \times 100\% \\ &= 88\% \end{aligned}$$

- Pengujian kedelai oven

$$\begin{aligned} n &= \frac{\text{hasil pengujian}}{\text{kapasitas yang uji}} \times 100\% \\ &= \frac{14.4}{18.5} \times 100\% \\ &= 78\% \end{aligned}$$

- Efisiensi rata-rata.

$$\begin{aligned} (\eta) &= \frac{\sum \eta_m}{z} \\ &= \frac{95 + 88 + 78}{3} \\ &= 87\% \end{aligned}$$

Tingkat keberhasilan pemisahan kulit ari dengan menggunakan bukaan maksimal putaran tombol dimmer adalah 87 %.

5. KESIMPULAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan data-data hasil pengujian dan perhitungan yang diperoleh, maka dapat diambil kesimpulan:

- 1) Pengujian alat pengupas dan pemisah kulit ari biji kedelai dengan biji kedelai dari pasar menghasilkan kapasitas rata-rata 11,871 kg/jam.
- 2) Pengujian alat pengupas dan pemisah kulit ari biji kedelai dengan biji kedelai yang telah dijemur selama tiga hari menghasilkan kapasitas rata-rata 11,771 kg/jam.
- 3) Pengujian alat pengupas dan pemisah kulit ari biji kedelai dengan menggunakan biji kedelai yang dioven dengan suhu 100°C selama 15 menit meng-

hasilkan kapasitas rata-rata 11,648 kg/jam.

- 4) Dengan menggunakan media pengujian biji kedelai dari pasar atau tanpa proses, alat ini memiliki kapasitas rata-rata terbaik, jika dibandingkan dua proses yang lainnya.
- 5) Dengan menggunakan media pengujian biji kedelai yang baru dibeli dari pasar atau tanpa proses, alat ini memiliki tingkat keberhasilan pengupasan sebesar 55%.
- 6) Dengan menggunakan media pengujian biji kedelai yang sudah dijemur selama tiga hari, alat ini memiliki tingkat keberhasilan pengupasan sebesar 46%.
- 7) Dengan menggunakan media pengujian biji kedelai yang sudah dioven dengan suhu 100°C selama 15 menit, alat ini memiliki tingkat keberhasilan pengupasan sebesar 31%.
- 8) Tingkat keberhasilan pemisahan terbaik adalah menggunakan putaran pada tombol dimmer dengan putaran maksimal, yaitu sebesar 87%.

2. Saran

Berdasarkan data-data setelah dilakukannya pengujian, saran-saran yang bisa diberikan adalah sebagai berikut:

- 1) Apabila menggunakan biji kedelai dengan proses oven, sebaiknya biarkan biji kedelai dingin terlebih dahulu. Karena hasil pengujian dengan biji kedelai oven dalam keadaan masih panas, biji kedelai tersebut cenderung pecah lebih dari dua bagian.
- 2) Untuk meningkatkan hasil pengupasan dan pemisahan yang lebih baik, dapat dilakukan dengan melakukan pelebaran lubang-lubang pada corong.
- 3) Perhatikan pembukaan katup pengontrol angin blower, katup pengontrol ini harus dalam keadaan terbuka secara maksimal. Karena apabila angin terlalu besar dapat membuat kedelai ikut terbuang bersama kulit ari dan apabila angin terlalu kecil maka kulit ari akan jatuh kedalam bak penampung biji kedelai.
- 4) Hal-hal yang perlu diperhatikan oleh operator saat mengoperasikan alat:
 - Dalam mengoperasikan alat ini operator haruslah dengan keadaan kon-

- sentralisasi, hal ini untuk menghindari kecelakaan kerja;
- Salah satu factor yang mempengaruhi kapasitas pengupasan dan pemisahan adalah keahlian operator, sehingga operator harus menguasai dan teliti terhadap alat ini;
 - Perawatan alat adalah hal yang penting untuk menjaga keawetan dan berfungsi dalam jangka waktu yang lama; dan
 - Tertib dalam pengoperasian alat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aep Wawan Irwan. *Budidaya Tanaman Kedelai*. Jurnal Budidaya Pertanian, Bogor, 2006.
- Bharath Parshi, Anoop Kumar. *Design and Analysis of Centrifugal Blower Impeller Using Steels and Aluminium Alloy*. International Journal of Current Engineering and Scientific Research, Vol. 4, No. 11, India, 2017.
- Dicky R. Munaf, Thomas Suseno, Rizaldi Indra Janu, Aulia M. Badar. *Peran Teknologi Tepat Guna untuk Masyarakat Daerah Perbatasan*. Jurnal Sosio-teknologi, Vol. 13, 2008.
- F. I. Apeh, B. S. Yahaya, F. Achema, M. O. Fabiyi, E. S. Apeh. *Design Analysis of a Locally Fabricated Palm Kernel Shells Grinding Machine*. American Journal of Engineering Research, Vol. 4, No. 11, Nigeria, 2015.
- Kay Thi Myaing, Htay Htay Win. *Design and Analysis of Impeller for Centrifugal Blower Using Solid Works*. International Journal of Scientific Engineering and Technology Research, Vol. 3, No. 10, Myanmar, 2014.
- Sanda. *Blower dan Cerobong Untuk Membuang Limbah dan Bau Ozon Iradiator Gamma 500 kCi*, Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah, Vol. 15, No. 1, Tangerang, 2012.
- Sularso dan Haruo Tahara. *Pompa & Kompresor*. PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1996.