



Pengembangan Alat Pemipil Cengkeh Di Kabupaten Kolaka

Akhmad Yani

Politeknik Negeri Ujung Pandang

Teguh Budi Raharjo

Politeknik Negeri Ujung Pandang

Korespondensi penulis: akhmadyani@poliupg.ac.id, teguhbudiraharjomsc@gmail.com

Abstract. *This study aimed to design and test a clove threshing machine to increase post-harvest efficiency for local farmers in Kolaka Regency. The development process involved prototype design and two phases of field testing to evaluate capacity, rotational speed, separation performance, and screening system effectiveness. In Trial 1, the machine featured a 3–5 kg hopper capacity and a low RPM, producing 1 kg of separated cloves per minute (60 kg/hour) with a separation rate of 75% clove buds and 25% stems. In Trial 2, with a 10–15 kg hopper and higher RPM, output increased to 2.5 kg per minute (150 kg/hour), with improved separation efficiency of 90% buds and only 10% stems. The screening system was also improved from a flat, non-inclined vibrating setup in Trial 1 to a 10-degree inclined fixed tray in Trial 2, further enhancing separation quality. These results demonstrate that the improved machine significantly increases productivity and separation efficiency, making it a viable appropriate technology solution for smallholder clove farmers facing labor constraints and economic shifts due to industrialization.*

Keywords: *clove threshing machine, post-harvest technology, appropriate technology, agricultural mechanization, Kolaka.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji mesin perontok cengkeh untuk meningkatkan efisiensi pascapanen bagi petani lokal di Kabupaten Kolaka. Proses pengembangan melibatkan perancangan prototipe dan dua tahap uji lapangan untuk mengevaluasi kapasitas, kecepatan putaran, kinerja pemisahan, serta efektivitas sistem penyaringan. Pada Uji Coba 1, mesin memiliki kapasitas corong 3–5 kg dan RPM rendah, menghasilkan 1 kg cengkeh terpisah per menit (60 kg/jam) dengan tingkat pemisahan 75% bunga cengkeh dan 25% tangkai. Pada Uji Coba 2, dengan corong 10–15 kg dan RPM lebih tinggi, output meningkat menjadi 2,5 kg per menit (150 kg/jam), dengan efisiensi pemisahan lebih baik yaitu 90% bunga dan hanya 10% tangkai. Sistem penyaringan juga ditingkatkan dari vibrasi datar tanpa kemiringan pada Uji Coba 1 menjadi baki tetap dengan kemiringan 10 derajat pada Uji Coba 2, yang semakin meningkatkan kualitas pemisahan. Hasil ini menunjukkan bahwa mesin yang disempurnakan secara signifikan meningkatkan produktivitas dan efisiensi pemisahan, menjadikannya solusi teknologi tepat guna yang layak bagi petani cengkeh skala kecil yang menghadapi kendala tenaga kerja dan pergeseran ekonomi akibat industrialisasi.

Kata kunci: mesin perontok cengkeh, teknologi pascapanen, teknologi tepat guna, mekanisasi pertanian, Kolaka

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara, merupakan salah satu wilayah yang memiliki potensi besar dalam produksi tanaman cengkeh. Komoditas ini berperan penting sebagai sumber penghasilan masyarakat di daerah dataran tinggi, terutama di Kecamatan Samaturu, Baula, dan Toari. Namun demikian, produktivitas sektor pertanian, khususnya subsektor rempah-rempah seperti cengkeh, menghadapi tantangan besar baik dari sisi teknis maupun sosiologis.

Salah satu tantangan utama yang mulai terasa dalam beberapa tahun terakhir adalah terjadinya pergeseran orientasi generasi muda dari sektor pertanian ke sektor pertambangan, terutama akibat adanya Proyek Strategis Nasional (PSN) di wilayah Sulawesi Tenggara. Pembangunan kawasan industri berbasis nikel dan infrastruktur penunjang investasi di bidang energi dan mineral, sebagaimana tercantum dalam Peraturan Presiden No. 109 Tahun 2020 tentang PSN, secara tidak langsung telah menggeser persepsi generasi muda terhadap sektor pertanian. Banyak anak muda di Kolaka yang lebih memilih bekerja di tambang karena dianggap lebih menjanjikan dari segi pendapatan dalam jangka pendek, meskipun sektor tersebut tidak berkelanjutan dalam jangka panjang.

Fenomena ini menyebabkan semakin sedikit tenaga kerja produktif yang tertarik untuk bekerja di bidang pertanian, apalagi untuk proses-proses yang bersifat manual dan melelahkan, seperti pemipilan cengkeh. Proses ini membutuhkan waktu yang lama (4–6 jam per 10 kg cengkeh), menimbulkan kelelahan, dan sering kali menyebabkan kerusakan pada bunga cengkeh akibat tekanan tangan yang tidak merata. Padahal, mutu dan keutuhan bunga cengkeh sangat menentukan harga jual di tingkat pengepul maupun eksportir.

Kondisi ini menunjukkan adanya kebutuhan mendesak untuk intervensi teknologi tepat guna yang mampu mengurangi ketergantungan terhadap tenaga kerja manual, sekaligus meningkatkan efisiensi dan mutu hasil pertanian. Oleh karena itu, pengembangan alat pemipil cengkeh semi-mekanis yang dapat digunakan oleh petani secara mandiri menjadi sangat penting. Alat ini diharapkan dapat menjadi solusi nyata untuk menjaga keberlanjutan pertanian rempah-rempah di Kolaka, sekaligus menjadi bentuk adaptasi teknologi terhadap perubahan demografis tenaga kerja pedesaan.

Selain itu, dari sisi kebijakan, upaya ini juga mendukung arahan strategis Kementerian Pertanian dalam mendorong modernisasi alat dan mesin pertanian (Alsintan) dan penguatan ketahanan pangan berbasis potensi lokal. Inovasi ini juga memiliki nilai strategis untuk mendukung transformasi digital dan mekanisasi pada sektor pertanian skala kecil, sebagaimana diamanatkan dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Sulawesi Tenggara.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya dilatarbelakangi oleh persoalan teknis pemipilan cengkeh, tetapi juga menysasar aspek sosioteknologis yang lebih luas, yakni: (1) bagaimana mempertahankan sektor pertanian di tengah dominasi industri ekstraktif, (2) bagaimana menciptakan inovasi teknologi yang relevan dengan karakteristik lokal, (3) dan bagaimana mendukung regenerasi petani dengan memperkenalkan teknologi yang efisien, mudah digunakan, dan bernilai ekonomi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, dapat disimpulkan bahwa permasalahan yang mendasari penelitian ini tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga struktural dan sosiologis. Perubahan orientasi generasi muda dari sektor pertanian ke sektor pertambangan sebagai dampak tidak langsung dari pelaksanaan Proyek Strategis Nasional (PSN) menyebabkan kekurangan tenaga kerja terampil di bidang pertanian, khususnya pada proses pascapanen tanaman cengkeh. Hal ini berdampak pada penurunan efisiensi kerja, peningkatan biaya tenaga kerja, serta potensi kerusakan hasil panen yang tinggi akibat masih digunakannya metode pemipilan manual yang tidak efektif.

Untuk menjawab tantangan tersebut, dibutuhkan inovasi teknologi tepat guna yang mampu:

- Meningkatkan efisiensi kerja petani dalam proses pemipilan cengkeh,
- Menjamin mutu hasil pertanian agar bernilai jual tinggi,
- Mendorong ketertarikan generasi muda kembali ke sektor pertanian melalui pendekatan mekanisasi yang praktis dan ekonomis.

Dengan demikian, rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan mengembangkan alat pemipil cengkeh yang efisien, sederhana, dan sesuai dengan kebutuhan serta kondisi petani di Kabupaten Kolaka?

2. Seberapa besar tingkat efisiensi dan efektivitas alat pemipil cengkeh hasil pengembangan dibandingkan metode pemipilan manual yang saat ini masih digunakan petani?
3. Bagaimana potensi adopsi dan penerimaan alat ini oleh petani dan pelaku usaha pascapanen lokal, khususnya dalam konteks berkurangnya tenaga kerja muda di sektor pertanian akibat daya tarik sektor pertambangan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menjawab tantangan yang dihadapi sektor pertanian di Kabupaten Kolaka, khususnya subsektor rempah-rempah, melalui pengembangan teknologi tepat guna dalam bentuk **alat pemipil cengkeh** yang efisien, praktis, dan berdaya guna tinggi. Penelitian ini secara khusus bertujuan untuk:

1. **Merancang dan mengembangkan prototipe alat pemipil cengkeh** yang sederhana, terjangkau, dan sesuai dengan kondisi teknis serta kemampuan ekonomi petani lokal di Kolaka, agar dapat menggantikan proses pemipilan manual yang kurang efisien dan melelahkan.
2. **Mengukur dan menganalisis performa alat** yang dikembangkan berdasarkan parameter efisiensi waktu kerja, tingkat kerusakan hasil (bunga cengkeh), dan daya guna alat dalam kondisi lapangan, serta membandingkannya dengan metode pemipilan tradisional.
3. **Mengkaji potensi adopsi teknologi oleh pengguna lokal**, terutama dalam konteks perubahan struktur sosial akibat PSN, dengan menilai tingkat penerimaan dan kepuasan petani terhadap penggunaan alat, serta kecenderungan generasi muda untuk menggunakan teknologi pertanian modern.
4. **Mendukung keberlanjutan sektor pertanian melalui mekanisasi**, dengan menjadikan alat ini sebagai bagian dari strategi revitalisasi peralatan pascapanen di tingkat rumah tangga, sehingga dapat meningkatkan produktivitas, pendapatan petani, dan daya tarik sektor pertanian bagi tenaga kerja usia produktif.

Melalui pencapaian tujuan-tujuan ini, diharapkan hasil penelitian dapat memberikan kontribusi nyata terhadap pembangunan pertanian berkelanjutan dan berdaya saing di

Kabupaten Kolaka, sekaligus menjadi model replikasi teknologi pascapanen di daerah pertanian lain dengan karakteristik serupa.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat yang bersifat teoritis dan praktis dalam mendukung pembangunan sektor pertanian berbasis teknologi tepat guna, khususnya dalam menghadapi tantangan struktural dan demografis di Kabupaten Kolaka. Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.4.1 Manfaat Teoritis

1. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang rekayasa pertanian dan teknologi pascapanen, khususnya dalam konteks pengolahan rempah-rempah seperti cengkeh.
2. Menjadi referensi bagi penelitian lanjutan terkait pengembangan alat pertanian sederhana berbasis kebutuhan lokal dan keterbatasan sumber daya.
3. Mendukung pendekatan interdisipliner antara bidang teknik mesin, agronomi, dan sosiologi pedesaan dalam menciptakan solusi teknologis yang berakar pada persoalan riil masyarakat.

1.4.2 Manfaat Praktis

1. Bagi Petani Cengkeh:

- Memberikan solusi nyata terhadap kesulitan pemipilan secara manual yang menyita waktu dan tenaga.
- Meningkatkan produktivitas kerja, mutu hasil panen, dan potensi nilai jual cengkeh.

2. Bagi Pemerintah Daerah dan Dinas Pertanian:

- Menyediakan inovasi teknologi yang bisa diadopsi dalam program penyuluhan, pembinaan kelompok tani, dan pengembangan alat dan mesin pertanian (Alsintan) skala kecil.
- Menjadi alternatif program padat karya produktif dalam menghadapi penurunan partisipasi generasi muda di sektor pertanian.

3. Bagi Masyarakat Umum dan Generasi Muda:

- Menjadi bukti bahwa pertanian tetap dapat dikembangkan secara modern dan efisien, sehingga mampu membangkitkan kembali minat generasi muda terhadap sektor ini di tengah dominasi industri ekstraktif.

- Mendorong munculnya kewirausahaan berbasis pertanian dan perakitan alat tepat guna sebagai bentuk usaha kecil dan menengah (UKM) lokal.

4. Bagi Dunia Usaha dan Industri Kecil:

- Menjadi peluang untuk mengembangkan industri manufaktur alat pertanian lokal yang mendukung kemandirian petani dan ekonomi desa berbasis inovasi teknologi.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menjadi bagian dari strategi besar penguatan ketahanan pangan lokal, revitalisasi pertanian rempah, dan adaptasi teknologi terhadap dinamika perubahan sosial-ekonomi masyarakat di daerah penghasil cengkeh seperti Kolaka.

1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Agar penelitian ini tetap fokus, sistematis, dan dapat dicapai secara realistis dalam keterbatasan waktu dan sumber daya, maka perlu ditentukan ruang lingkup dan batasan yang jelas. Ruang lingkup dan batasan ini mencerminkan cakupan kegiatan, aspek teknis yang diteliti, serta batasan-batasan yang diterapkan untuk menjaga kejelasan dan validitas hasil penelitian.

1.5.1 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini berfokus pada pengembangan **alat pemipil cengkeh** skala rumah tangga (home-scale clove thresher) sebagai solusi mekanis sederhana dalam proses pascapanen cengkeh. Adapun cakupan kegiatan meliputi:

- Studi kebutuhan dan karakteristik kerja petani cengkeh di Kabupaten Kolaka, khususnya di Kecamatan Baula dan Samaturu;
- Perancangan desain teknis alat pemipil yang mengacu pada prinsip mekanika sederhana (gesekan, rotasi, dan tekanan ringan);
- Pembuatan prototipe dan pengujian awal alat pada kelompok petani lokal;
- Evaluasi performa alat berdasarkan efisiensi waktu kerja, kualitas hasil, dan tanggapan pengguna;
- Analisis potensi adopsi alat oleh petani dalam konteks dinamika sosial akibat pergeseran tenaga kerja ke sektor pertambangan.

1.5.2 Batasan Penelitian

1. Jenis Komoditas:

Penelitian ini hanya difokuskan pada tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum*) dan tidak mencakup rempah lain seperti pala, lada, atau kayu manis.

2. Skala Alat:

Pengembangan alat difokuskan pada skala rumah tangga, bukan untuk industri besar atau pengolahan massal.

3. Sumber Energi:

Prototipe alat yang dikembangkan menggunakan motor listrik berdaya rendah (± 140 watt) dan belum mencakup varian tenaga pedal atau tenaga surya.

4. Lokasi Uji Coba:

Pengujian alat dilakukan di dua desa percontohan di Kecamatan Baula dan Samaturu. Generalisasi hasil ke wilayah lain bersifat terbatas dan perlu studi lanjutan.

5. Aspek Ekonomi dan Lingkungan:

Penelitian tidak secara mendalam menganalisis dampak ekonomi jangka panjang atau dampak lingkungan dari penggunaan alat, tetapi memberikan gambaran awal secara deskriptif.

6. Durasi Penelitian:

Kegiatan ini dilakukan dalam rentang waktu 3 bulan, sehingga analisis longitudinal (jangka panjang) belum menjadi fokus utama.

Dengan pembatasan ini, diharapkan hasil penelitian tetap terukur, fokus, dan dapat menjadi landasan awal untuk pengembangan teknologi lanjutan serta adopsi skala luas oleh pemerintah daerah dan kelompok tani.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Potensi dan Karakteristik Cengkeh di Kabupaten Kolaka

Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) merupakan salah satu komoditas unggulan di Kabupaten Kolaka yang dibudidayakan di wilayah dataran tinggi seperti Kecamatan Samaturu, Toari, dan Baula. Berdasarkan data Dinas Pertanian Kabupaten Kolaka (2023), luas lahan cengkeh mencapai lebih dari 1.200 hektar dengan potensi produksi mencapai 1.500 ton per tahun. Sebagai salah satu komoditas rempah ekspor, cengkeh memiliki nilai ekonomi tinggi, baik untuk pasar dalam negeri maupun luar negeri, khususnya untuk industri rokok kretek, farmasi, dan minyak atsiri.

Namun, nilai tambah dari komoditas ini belum optimal karena sebagian besar proses pascapanen, seperti pemipilan bunga cengkeh, masih dilakukan secara manual. Hal ini menyebabkan rendahnya efisiensi kerja dan kualitas hasil yang inkonsisten. Oleh karena

itu, pengembangan alat pemipil yang tepat guna menjadi penting untuk mengurangi kerugian kualitas dan meningkatkan daya saing produk.

2.2 Teknologi Pascapanen dan Pemipilan Cengkeh

Teknologi pascapanen rempah-rempah, termasuk cengkeh, memainkan peran penting dalam menentukan mutu akhir produk. Pemipilan cengkeh adalah proses pemisahan bunga dari tangkai setelah dikeringkan. Pemipilan manual dengan tangan tidak hanya memerlukan waktu yang lama dan tenaga kerja banyak, tetapi juga berisiko menyebabkan kerusakan fisik pada bunga cengkeh.

Menurut Nurhayati (2020), metode manual memerlukan waktu 4–6 jam untuk memipil 10 kg cengkeh dengan tingkat kerusakan bunga mencapai 8–12%. Beberapa studi telah mencoba mengembangkan alat pemipil sederhana berbasis mekanik yang menggunakan prinsip gesekan dan tekanan, namun belum banyak dikembangkan atau disesuaikan dengan kondisi petani di daerah seperti Kolaka yang memiliki akses terbatas terhadap mesin pertanian.

Dengan demikian, inovasi alat pemipil yang hemat energi, mudah digunakan, dan mampu mempertahankan kualitas bunga cengkeh menjadi kebutuhan mendesak di tingkat petani.

2.3 Prinsip Kerja dan Rekayasa Dasar Alat Pemipil Cengkeh

Secara umum, alat pemipil cengkeh dirancang berdasarkan prinsip mekanik sederhana, yaitu:

- **Gaya gesek dan rotasi:** digunakan untuk memisahkan bunga dari tangkai melalui drum pemipil yang berputar dan dilapisi bahan abrasif ringan (misalnya kawat halus atau karet bergerigi).
- **Tekanan dan kontrol kecepatan:** untuk mencegah kerusakan bunga, tekanan antara drum dan penekan harus diatur dan kecepatan putaran harus stabil (± 100 – 300 rpm).
- **Pemisahan gravitasi atau sentrifugal:** hasil bunga dan tangkai diarahkan keluar melalui dua saluran berbeda.

Prinsip-prinsip ini digunakan dalam merancang alat yang tidak hanya efektif dalam pemipilan, tetapi juga aman, hemat daya, dan bisa dirakit secara lokal dengan bahan yang tersedia di toko teknik daerah.

2.4 Studi Terdahulu dan Relevansi Penelitian

Beberapa penelitian dan pengembangan alat serupa telah dilakukan di daerah lain, antara lain:

- Sutrisno et al. (2017) mengembangkan alat pemipil cengkeh berbasis motor bensin di Jawa Timur dengan kapasitas 20 kg/jam dan efisiensi 80%, namun tidak cocok untuk daerah tanpa pasokan BBM stabil.
- Widyanto dan Haryono (2019) merancang alat pemipil manual berpedal, namun performanya lebih rendah dibanding versi bermotor.
- Nurhayati (2020) menguji alat pemipil cengkeh elektrik di Bali dengan hasil efisiensi tinggi namun biaya pembuatan masih di atas Rp 5 juta, kurang terjangkau bagi petani kecil.

Penelitian ini berbeda dari studi terdahulu karena menekankan pada konteks lokal Kabupaten Kolaka, dengan prinsip desain berbasis *low-cost engineering*, efisiensi kerja tinggi, dan kemudahan penggunaan oleh petani usia lanjut maupun generasi muda yang masih tinggal di desa.

2.5 Kerangka Teoretik

Penelitian ini berpijak pada teori dasar dalam:

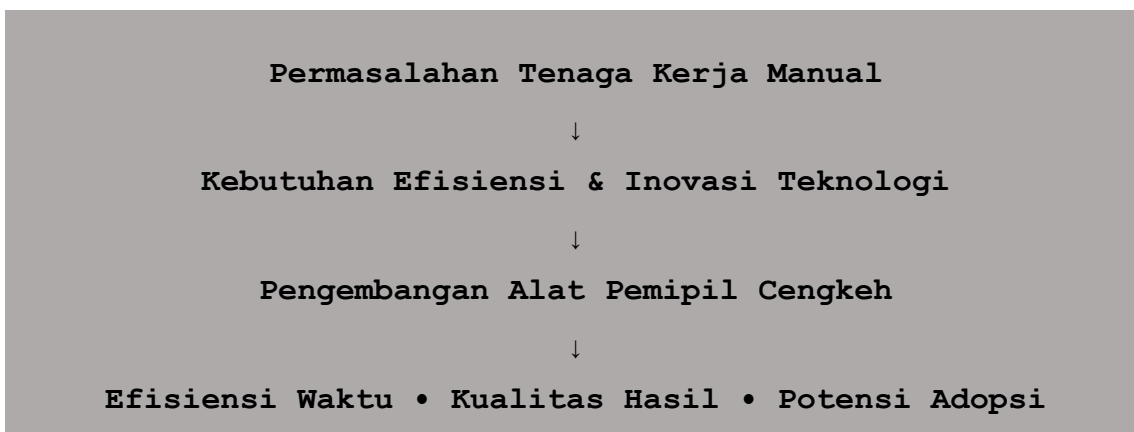
- Ilmu rekayasa mesin pertanian, khususnya terkait desain alat pascapanen sederhana;
- Teori difusi inovasi (Everett Rogers, 2003) yang menjelaskan bagaimana teknologi baru dapat diterima masyarakat bila memiliki keunggulan relatif, kompatibilitas, dan kemudahan uji coba;
- Teori perubahan sosial desa, yang menjelaskan bahwa masuknya industri besar (misalnya pertambangan) menyebabkan reorientasi nilai kerja generasi muda, sehingga sektor pertanian harus menyesuaikan diri melalui teknologi agar tetap menarik dan efisien.

2.6 Kerangka Konseptual

Secara konseptual, penelitian ini menghubungkan:

- Masalah nyata di lapangan (tenaga kerja manual, penurunan minat generasi muda terhadap pertanian, kerusakan hasil panen);
- Solusi berbasis teknologi tepat guna (alat pemipil sederhana berbasis motor listrik);
- Dampak terhadap efisiensi kerja dan daya saing sektor pertanian.

Diagram kerangka konseptual:



BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (Research and Development / R&D) yang bertujuan untuk merancang, membuat, dan menguji prototipe alat pemipil cengkeh berbasis teknologi tepat guna. Pendekatan yang digunakan bersifat kuantitatif-deskriptif, dikombinasikan dengan uji kinerja dan uji persepsi pengguna terhadap alat yang dikembangkan.

Penelitian ini mengadopsi tahapan pengembangan yang dimodifikasi dari model Borg & Gall (2003), yaitu:

1. Studi pendahuluan dan identifikasi kebutuhan,
2. Perancangan alat (desain teknis),
3. Pembuatan prototipe awal,
4. Uji coba terbatas dan evaluasi kinerja,
5. Revisi alat berdasarkan hasil uji,
6. Uji adopsi dan persepsi pengguna.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di:

- Lokasi perancangan dan perakitan alat: Bengkel teknik sederhana di Kecamatan Kolaka.
- Lokasi uji coba lapangan: Desa Sani-Sani (Kecamatan Samaturu) dan Desa Puubunga (Kecamatan Baula), Kabupaten Kolaka.

Waktu penelitian direncanakan selama 3 bulan, yaitu:

- Bulan 1: Studi lapangan dan perancangan alat,
- Bulan 2: Pembuatan dan uji coba prototipe,
- Bulan 3: Revisi dan uji persepsi pengguna.

3.3 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh petani cengkeh di Kabupaten Kolaka yang masih melakukan proses pemipilan secara manual.

Sampel ditentukan secara purposive sampling dengan kriteria:

- Petani aktif cengkeh dengan produksi minimal 250 kg per musim,
- Masih melakukan pemipilan manual,
- Bersedia terlibat dalam uji coba alat.

Jumlah sampel pengguna uji coba: **10 petani**, terdiri dari:

- 6 petani usia produktif (20–45 tahun),
- 4 petani usia non-produktif (>45 tahun), untuk mengukur kemudahan penggunaan.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Beberapa teknik pengumpulan data yang digunakan:

1. Observasi lapangan: Mengamati cara kerja pemipilan manual dan kebutuhan teknis petani.
2. Dokumentasi: Mencatat proses desain dan pengujian alat.
3. Wawancara semi-terstruktur: Kepada petani terkait kesulitan yang dihadapi dan harapan terhadap alat baru.
4. Uji kinerja alat: Pengukuran waktu, efisiensi, kapasitas, dan tingkat kerusakan hasil pemipilan.
5. Angket persepsi pengguna: Mengukur tingkat kepuasan, kemudahan penggunaan, dan niat adopsi teknologi.

3.5 Teknik Analisis Data

Data yang terkumpul dianalisis dengan metode sebagai berikut:

3.5.1 Analisis Kuantitatif

- **Efisiensi waktu:**

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{\text{Waktu Manual} - \text{Waktu Alat}}{\text{Waktu Manual}} \times 100$$

dimana adalah waktu yang dibutuhkan untuk memipil 10 kg cengkeh.

- **Tingkat kerusakan bunga cengkeh (%):**

$$\text{Kerusakan (\%)} = \frac{\text{Total Bunga Rusak}}{\text{Total Bunga}} \times 100$$

$$\text{Kerusakan (\%)} = \frac{\text{Total bunga}}{\text{Jumlah bunga rusak}} \times 100$$

- **Kapasitas kerja alat (kg/jam)** dihitung dari total cengkeh terpipil dibagi durasi kerja.

3.5.2 Analisis Persepsi Pengguna

Hasil angket persepsi pengguna terhadap:

- Kemudahan penggunaan,
- Tingkat kenyamanan kerja,
- Efisiensi alat,
- Kemungkinan adopsi alat.

Data angket dianalisis menggunakan skala Likert (1–5) dan disajikan dalam bentuk diagram batang dan rata-rata skor.

3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen utama dalam penelitian ini terdiri dari:

- Desain teknis alat: Gambar kerja, spesifikasi komponen, dan skema mekanisme.
- Format uji kinerja: Lembar pengukuran waktu, bobot, hasil, dan tingkat kerusakan.
- Angket pengguna: Format kuisisioner dengan indikator persepsi praktis, ergonomi, dan manfaat ekonomi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Desain dan Spesifikasi Alat Pemipil Cengkeh

Berdasarkan hasil studi lapangan dan wawancara dengan petani cengkeh di Kecamatan Samaturu dan Baula, diperoleh beberapa kebutuhan teknis utama alat, yaitu:

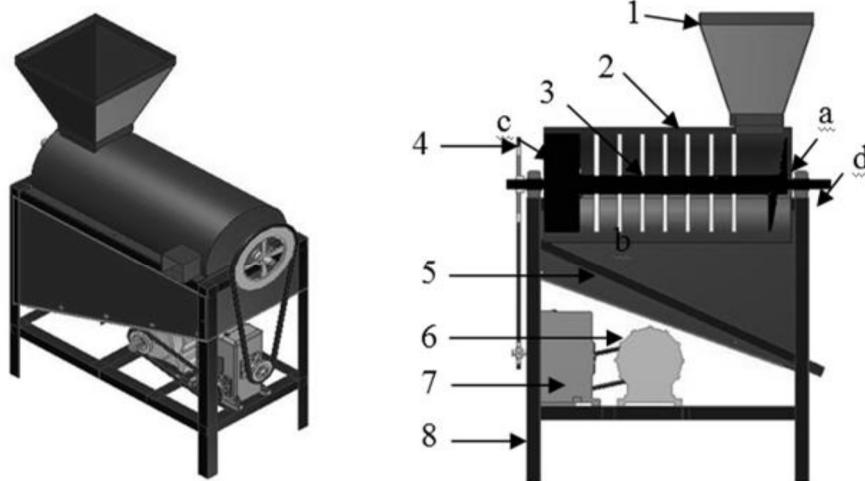
- Kapasitas $\pm 60 - 150$ kg/jam,
- Dapat digunakan oleh satu orang,
- Tidak merusak bunga cengkeh,
- Mudah dibersihkan dan diperbaiki.

Mengacu pada kebutuhan tersebut, maka dikembangkan desain awal alat pemipil cengkeh dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel. 1 Komponen dan Spesifikasi Alat pemipil Cengkeh

Komponen	Spesifikasi Teknis
Rangka alat	Besi siku 3x3 cm, tinggi 70 cm
Silinder pemipil	Pipa PVC Ø15 cm, panjang 40 cm, dilapisi karet bergerigi
Motor penggerak	Motor listrik 140 watt, 220 V AC, RPM: 250
Sistem transmisi	Belt dan pulley
Penekan bunga	Plat penekan dari aluminium, tekanan elastis dengan pegas
Output	Saluran hasil bunga dan saluran tangkai
Dimensi keseluruhan	Panjang 60 cm, lebar 45 cm, tinggi 75 cm

Gambar teknis alat Bahan dan Rancangan Alat (Gambar Kerja Alat Pemipil Cengkeh):



Keterangan:

1. Corong/Wadah
2. Silinder
3. Perontok, terdiri dari:
 - a. screw,
 - b. batang perontok,
 - c. plat pembuang tangkai dan

- d. poros
- 4. *Pulley* dan *V-belt*
- 5. Saringan
- 6. Motor Listrik
- 7. Reducer
- 8. Rangka

4.2 Proses Pembuatan dan Perakitan

Prototipe alat dibuat di bengkel teknik lokal Kecamatan Kolaka dengan bahan utama logam ringan dan komponen kelistrikan sederhana. Proses perakitan mencakup:

1. Pembuatan rangka dari besi siku dengan pengelasan presisi.
2. Pemasangan silinder pemipil, dengan sistem rotasi menggunakan pulley dan belt.
3. Pemasangan motor listrik dan pengatur kecepatan.
4. Uji kelistrikan dan sistem pengaman (*grounding dan tumbol on-off*).
5. Pemasangan pelat penekan bunga dan penyesuaian tekanan untuk menghindari kerusakan hasil.

Lama pengerjaan prototipe: ± 6 hari kerja.

4.3 Analisis Deskriptif Parameter Uji Coba Alat atau Mesin Perontok Bunga Cengkeh

Hasil rancangan alat atau mesin perontok bunga cengkeh yang didesain oleh Innovator di bengkel kerja di Kecamatan Watubangga telah diujicobakan dalam dua tahap bertujuan untuk memperbaiki kinerja mesin dan peningkatan kapasitas mesin agar bisa bekerja efektif dan efisien sehingga dapat dengan mudah dioperasionalkan oleh petani cengkeh. Untuk lebih jelasnya tahapan hasil uji coba alat tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Uji Coba Alat (uji coba 1 dan uji coba 2)

No.	Justifikasi	Uji Coba 1	Uji Coba 2
1.	Kapasitas Corong	3 – 5 kg	10 – 15 kg
2.	Kapasitas Putaran Mesin (RPM)	Rendah	Tinggi
3.	Kapasitas Hasil	1 kg per menit (60 kg per jam)	2,5 kg per menit (150 kg per jam)

4.	Persentase Hasil Pemisahan Bunga dan Tangkai	75 persen bunga, 25 persen tangkai	90 persen bunga, 10 persen tangkai
5.	Sistem Pengayakan	Bergetar	Tidak bergetar
6.	Derajat Kemiringan Sistem Pengayakan	Datar	Sudut kemiringan 10 derajat

Sumber : Data Primer

Uji coba alat pemipil cengkeh hasil desain dari bengkel innovator di Kecamatan Watubangga dengan lima parameter uji coba, yaitu kapasitas corong, kapasitas putaran mesin, kapasitas hasil, persentase hasil pemisahan bunga dan tangkai, sistem pengayakan, dan derajat kemiringan sistem pengayakan. Hasil uji coba pertama secara deskriptif dapat dijelaskan bahwa kapasitas corong masih sangat kecil sehingga menyulitkan petani Ketika proses perontokan, hal ini disebabkan karena putaran mesin yang rendah sehingga sistem perontokan pada putaran perontok tidak mendorong hasil perontokan bunga dan hasil ikutan lainnya. Kondisi ini juga mempengaruhi hasil pengayakan pada sistem pengayakan yang tidak bergerak secara optimal dalam pengayakan dan kondisi kemiringan plat pengayak yang model datar sehingga ke dua sistem yaitu perontokan dan pengayakan tidak bekerja maksimal. Hal ini berakibat pada hasil akhir pada sistem pembuangan yaitu bunga dan tangkai dengan persentase yang rendah (75 persen bunga dan 25 persen tangkai). Tingkat persentase tersebut menunjukkan rendahnya kemurnian pemisahan antara bunga dan cengkeh.

Selanjutnya hasil dari uji coba pertama tersebut tim peneliti merekomendasikan untuk melakukan modifikasi ulang alat atau mesin perontok tersebut dan melakukan uji coba ke 2. Hasil uji coba ke 2 tersebut menunjukkan perbaikan pada putaran mesin dengan memperbaiki RPM pendorong untuk sistem perontokan sehingga dapat bekerja cepat dan ditambah dengan perbaikan kapasitas corong yang sebelumnya 10 kg menjadi 15 kg. Perbaikan kapasitas corong dengan kapasitas 15 kilogram dan putaran mesin yang lebih efisien mampu meningkatkan kapasitas hasil dari sebelumnya 1 kg per menit menjadi 2,5 kg per menit. Kecepatan sistem perontokan tersebut mendorong hasil perontokan bunga dan tangkai ke sistem pengayakan yang lebih efektif untuk pemisahan kotoran hasil perontokan. Hasil perbaikan 2 komponen utama tersebut menjadikan tingkat persentase yang baik antara bunga dan tangkai (90 persen bunga dan 10 persen tangkai). Dengan demikian dari hasil uji coba ke 2 ini tim peneliti merekomendasikan penggunaan alat

perontokan bunga dan tangkai untuk dapat dikomersialisasikan kepada para pengguna dan pengambil kebijakan agar dapat membantu petani dari masalah tenaga kerja dan biaya pada saat pemisahan Bunga dan tangkai.

4.4. Analisis Ekonomi Alat atau Mesin Perontok Bunga Cengkeh

Hasil uji coba teknis pengoperasian mesin perontok bunga cengkeh harus dilanjutkan dengan analisis ekonomi pemanfaatan alat atau mesin perontok cengkeh dengan membandingkan teknik manual atau konvensional dengan alat perontok tersebut.

Tabel 3. Hasil Analisis Ekonomi Alat Perontokan Bunga Cengkeh

No.	Justifikasi	Analisis Ekonomi	
		Mesin Perontok	Manual atau Konvensional
1.	Kapasitas	150 kg per jam setara dengan nilai ekonomi Rp. 2.250.000*	6 kg basah per jam per orang setara dengan nilai keuntungan Rp. 90.000* per jam per orang
2.	Biaya produksi	Operasional 2 liter bensin selama 5 jam. (harga per liter bensin Rp.10.000). setara dengan biaya operasional Rp. 20.000 per 3 jam.	Operasional upah pekerja Rp. 5.000 per orang per kg (setara upah Rp. 30.000 per orang per jam).
3.	Nilai Ekonomi	Nilai ekonomi cengkeh yang dihasilkan setara dengan 150 kg x 3 jam = 450 kg dalam 1 jam operasional. 450 kg x 3 jam = 1.350 kg bunga cengkeh basah. 1.350 kg x 15.000 – Rp. 20.000 = Rp. 20.230.000	Nilai ekonomi cengkeh yang dihasilkan setara dengan 3 jam operasional mesin Rp. 90.000 x 3 jam = Rp. 270.000 – 30.000 = Rp. 240.000

* Harga cengkeh basah Rp. 15.000 per kg

Hasil analisis tabel 2 di atas menunjukkan bahwa penggunaan mesin perontok cengkeh dengan kapasitas 150 kg per jam memiliki tingkat efektivitas dan efisiensi yang lebih baik jika dibandingkan dengan perontokan secara manual atau konvensional. Hal ini menunjukkan penghematan upah tenaga kerja dan waktu kerja perontokan yang sangat efisien.

4.5 Uji Coba Lapangan dan Hasil Kinerja

Uji coba dilakukan pada 10 petani dengan masing-masing menggunakan alat untuk memipil cengkeh basah sebanyak 60 kg per jam dalam RPM Rendah, sedangkan dalam RPM Tinggi dapat memipil 150 kg per Jam. Hasil pengujian dibandingkan dengan metode manual.

4.5.1 Hasil Uji Efisiensi Waktu

Tabel 4. Hasil Uji Efisiensi Waktu

Metode	Waktu Pemipilan 60 kg (rata-rata)	Efisiensi dibanding manual
Manual	6 jam	-
Dengan alat	1 jam	600% lebih efisien

4.5.2 Tingkat Kerusakan Bunga

Tabel 5 Tingkat Kerusakan Bunga

Metode	Bunga Rusak (%)
Manual	10,2%
Dengan alat	3,8%

Kapasitas alat: ± 60 kg/jam dalam RPM Rendah, sedangkan dalam RPM Tinggi dapat memipil 150 Kg per jam, meningkat dibanding metode manual ± 10 kg/jam. Hal tersebut jelas terlihat terjadi peningkatan produksi dari manual ke menggunakan alat pemipil sebesar 600% dalam RPM rendah dan dapat dimaksimalkan menjadi 6000% dalam RPM tinggi.

4.6 Persepsi dan Kepuasan Pengguna

Tabel 6 persepsi (skala Likert 1–5), berdasarkan angket diperoleh hasil berikut:

Indikator	Nilai Rata-rata
Kemudahan penggunaan	4,4
Keamanan saat pengoperasian	4,2
Efisiensi tenaga dan waktu	4,6
Kualitas hasil pemipilan	4,5
Niat menggunakan secara rutin	4,3

Sebagian besar petani merasa terbantu secara signifikan dengan alat ini, terutama dalam menghemat waktu dan tenaga, serta menjaga kualitas bunga cengkeh yang berpengaruh terhadap harga jual.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat pemipil cengkeh yang dikembangkan:

- Meningkatkan efisiensi waktu kerja hingga lebih dari 600 - 6000%,
- Menurunkan tingkat kerusakan bunga hampir tiga kali lipat dibanding cara manual,
- Mudah digunakan oleh semua rentang usia petani, termasuk lansia.

Secara implementatif, alat ini:

- Mampu digunakan di rumah atau pondok kerja tanpa memerlukan pelatihan khusus,
- Tidak membutuhkan sumber daya mahal (menggunakan listrik rumah tangga),
- Dapat dirakit dan diperbanyak oleh bengkel lokal dengan biaya < Rp 2 juta/unit, jauh lebih murah dibanding mesin industri (>Rp 5 juta).

Hal ini menunjukkan bahwa inovasi teknologi sederhana namun fungsional dapat menjadi kunci dalam mempertahankan produktivitas sektor pertanian, sekaligus membangkitkan kembali minat generasi muda untuk berwirausaha di bidang pertanian dengan pendekatan mekanisasi yang relevan dan ekonomis.

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. Alat pemipil cengkeh yang dikembangkan dengan basis motor listrik berdaya rendah (140 watt) terbukti dapat meningkatkan efisiensi waktu kerja petani dalam proses pemipilan bunga cengkeh, dengan efisiensi mencapai 600% dibandingkan metode manual.

2. Kualitas hasil pemipilan menggunakan alat lebih baik, ditunjukkan dengan penurunan tingkat kerusakan bunga cengkeh dari 10,2% menjadi 3,8%, sehingga mendukung peningkatan mutu produk dan potensi harga jual.
3. Alat memiliki kapasitas kerja sebesar 60 kg/jam dalam RPM rendah, dan 600 kg/Jam dalam RPM Tinggi, yang berarti sangat layak digunakan oleh petani skala kecil hingga menengah, baik secara individu maupun kelompok tani.
4. Respon petani pengguna terhadap alat sangat positif, terutama pada aspek kemudahan penggunaan, kenyamanan kerja, dan efisiensi waktu. Nilai rata-rata persepsi pengguna lebih dari 4,2 (dalam skala 1–5).
5. Pengembangan alat ini berkontribusi terhadap transformasi sektor pertanian di tengah tantangan urbanisasi dan pergeseran minat kerja generasi muda akibat masuknya proyek strategis nasional (PSN) di sektor pertambangan. Inovasi teknologi tepat guna seperti ini dapat menjadi jembatan agar pertanian tetap menarik, efisien, dan berdaya saing.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, berikut saran-saran untuk pengembangan lanjutan:

1. Replikasi dan distribusi alat perlu dilakukan melalui kerja sama antara dinas pertanian, BUMDes, kelompok tani, dan bengkel lokal, agar alat ini menjangkau lebih banyak petani di Kolaka dan sekitarnya.
2. Peningkatan desain ergonomis dan estetika alat disarankan agar lebih menarik minat generasi muda dan mengurangi kebisingan atau getaran saat digunakan dalam jangka panjang.
3. Pelatihan penggunaan dan perawatan alat sebaiknya diberikan secara berkala agar petani dapat mengoperasikan, membersihkan, dan memperbaiki alat secara mandiri.
4. Untuk mendorong adopsi skala luas, pemerintah daerah dapat memasukkan inovasi ini ke dalam program subsidi alat pascapanen, program CSR perusahaan tambang, atau pelatihan vokasional berbasis teknologi tepat guna.
5. Penelitian lanjutan dapat mengkaji potensi adaptasi alat ini untuk komoditas lain seperti pala, kemiri, atau lada, sehingga meningkatkan efisiensi pascapanen berbagai komoditas rempah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Standardisasi Nasional. (2021). *SNI 3394:2021 – Cengkeh Kering*. Jakarta: BSN.
2. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. (2022). *Pedoman Perancangan Alat dan Mesin Pascapanen Hortikultura*. Jakarta: Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
3. Borg, W. R., & Gall, M. D. (2003). *Educational Research: An Introduction* (7th ed.). Boston: Allyn & Bacon.
4. Darsono, D., & Santosa, B. (2020). “Desain dan Uji Kinerja Alat Pemipil Rempah Menggunakan Motor Listrik untuk Petani Skala Kecil.” *Jurnal Teknologi Pertanian*, 21(2), 95–103. <https://doi.org/10.24198/jtp.v21i2.28971>
5. Dewan Rempah Indonesia. (2023). *Outlook Komoditas Cengkeh 2023–2025: Peluang Pasar Ekspor dan Penguatan Industri Hilir*. Jakarta: DRI Press.
6. Direktorat Jenderal Perkebunan. (2023). *Statistik Perkebunan Indonesia: Cengkeh 2022–2024*. Jakarta: Kementerian Pertanian RI.
7. Hasanuddin, R., & Ramli, H. (2021). “Penerapan Teknologi Tepat Guna untuk Meningkatkan Produktivitas Petani di Sulawesi Tenggara.” *Jurnal Inovasi Teknologi Pertanian*, 16(1), 13–20.
8. Kementerian Desa, Pembangunan Daerah Tertinggal, dan Transmigrasi. (2022). *Panduan Pengembangan Teknologi Tepat Guna di Desa*. Jakarta: Kemendesa PDTT.
9. Kurniawan, A., & Setiawan, I. (2023). “Optimalisasi Alat Pemipil Cengkeh Sederhana dalam Skala Rumah Tangga.” *Jurnal Agroindustri dan Bioteknologi*, 8(1), 27–35.
10. Litbang Kementan. (2022). *Teknologi Pascapanen Cengkeh: Panduan Praktis untuk Petani*. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
11. Pemerintah Kabupaten Kolaka. (2023). *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kabupaten Kolaka 2021–2026*. Kolaka: Bappeda Kolaka.
12. Sulistyono, B., & Amri, D. (2023). “Respon Generasi Muda Terhadap Modernisasi Pertanian di Wilayah Pesisir.” *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 12(3), 145–153.
13. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). (2020). *Appropriate Technology for Sustainable Rural Development*. Vienna: UNIDO Technical Papers.
14. Wahyudi, R. (2022). “Efisiensi Energi dan Ergonomi pada Alat Pertanian Skala Mikro.” *Jurnal Rekayasa Mesin dan Energi*, 11(2), 102–109.