

KI HAJAR STEM FINAL 2021
TUGAS PROBLEM SOLVING SOAL PAKET 5
MESIN PRESS HIDROLIK KELAPA SAWIT

**“BENZ PRO SEBAGAI METODE ALTERNATIF PENGOLAHAN
MINYAK KELAPA SAWIT”**



OLEH:

- 1. JANE CHRISLY YONGASA**
- 2. KANAYA PUTRI HARDANTI**
- 3. SEPTIAN EKA RAHMADI**

TIM SMA NEGERI 1 SUMBAWA BESAR

A. Identifikasi Masalah & Riset

1) Sebutkan masalah yang dihadapi oleh para petani Desa Mekar Indah pada cerita di atas?

Penyelesaian:

Berdasarkan wacana di atas, beberapa masalah yang dihadapi para petani kelapa sawit di Desa Mekar Indah dapat diidentifikasi sebagai berikut:

- a) Kurangnya produktifitas perkebunan kelapa sawit karena metode tanam yang digunakan tidak optimal.
- b) Kualitas hasil panen perkebunan kelapa sawit masih rendah.
- c) Pengolahan minyak kelapa sawit masih bersifat sederhana, sehingga tidak dapat bersaing dengan perusahaan-perusahaan pengolahan minyak kelapa sawit yang lebih modern.

2) Sebutkan 3 hal yang harus diperhatikan dalam menanam kelapa sawit yang baik.

Penyelesaian:

Tiga hal yang harus diperhatikan dalam menanam kelapa sawit yang baik sehingga menciptakan keoptimalan dalam proses dan hasil penanaman adalah sebagai berikut:

a) Menentukan Jenis Tanah

Kelapa sawit memerlukan tanah yang relatif datar dengan lapisan tanah yang tebal, tidak tergenang, dan jenis-jenis tanah subur untuk mendukung agar pertumbuhan berlangsung secara optimal, sehingga produksi TBS dapat meningkat secara signifikan. Beberapa jenis tanah yang baik dalam menanam kelapa sawit yaitu:

1. Latosol

Merupakan tanah yang memiliki warna merah hingga coklat sehingga sering disebut dengan tanah merah. Jenis tanah yang satu ini mudah menyerap air, merupakan tanah dalam, dan memiliki kandungan bahan organik yang sedang dengan pH tanah netral hingga asam.

2. Organosol

Merupakan tanah yang terbentuk dari hasil pelapukan bahan organik dan dikenal subur. Organosol dibagi menjadi dua yaitu tanah humus dan tanah gambut. Tanah humus memiliki kekayaan unsur hara di dalamnya, adapun tanah gambut memiliki kecenderungan masam sehingga kurang cocok untuk tanaman. Meskipun demikian, hanya kelapa sawit yang cocok tumbuh di tanah gambut.

3. Alluvial

Merupakan tanah yang terbentuk dari hasil pengendapan material halus dari aliran sungai. Jenis tanah ini sering ditemukan di Daerah Aliran Sungai (DAS). Berwarna kelabu dengan struktur sedikit lepas-lepas. Tingkat kesuburan tanah Alluvial ini sendiri tergantung dari jenis material yang dibawah oleh aliran sungai.

b) Menentukan Pola Tanam

Pola tanam yang baik dalam menanam kelapa sawit adalah metode tumpang sari. Tumpang sari sendiri adalah suatu bentuk pertanaman campuran berupa pelibatan dua jenis atau lebih tanaman pada satu areal lahan tanam dalam waktu yang bersamaan atau agak bersamaan. Dalam hal menanam kelapa sawit, tanaman penutup tanah pada areal lahan perkebunan sawit sangat penting adanya untuk memperbaiki sifat fisika, kimia, dan biologi pada tanah. Selain itu, bermanfaat juga untuk mempertahankan kelembaban, mencegah erosi, dan menekan pertumbuhan gulma. Tanaman penutup tanah yang dimaksud lebih baik berupa tanaman kacang-kacangan.

Selain metode tanam yang dipilih, pola tanam lain yang perlu diperhatikan juga terdapat pada pembuatan lubang tanam kelapa sawit. Lubang tanam dibuat beberapa hari sebelum penanaman dilakukan. Lubang tanam dibuat dengan ukuran 50 x 40 cm dan kedalaman 40 cm, sedangkan tanah galian bagian atas setebal 20 cm dipisahkan dari tanah bagian bawah. Tidak lupa, jarak antar lubang tanam yaitu 9 x 9 x 9 m.

c) Menentukan cara menanam yang baik dan benar

Dalam menanam kelapa sawit setelah penentuan pola tanam, hal yang harus diperhatikan lainnya adalah pemilihan bibit unggul. Hal ini sangat penting, mengingat pertumbuhan kelapa sawit nantinya ditentukan oleh kualitas bibit itu sendiri. Bibit bermutu mencakup: 1) Mutu genetis, yaitu penampilan benih murni dari varietas tertentu yang menunjukkan identitas genetis dari tanaman induk. 2) Mutu fisiologis, yaitu kemampuan viabilitas benih yang mencakup daya kecambah dan kekuatan tumbuh benih. 3) Mutu fisik benih, yaitu penampilan benih secara prima secara fisik seperti ukuran homogen, bernas, bersih dari campuran, bebas hama dan penyakit, dan kemasan menarik.

Terpaut dengan hal tersebut, waktu penanaman juga perlu untuk diperhatikan. Waktu penanaman yang paling baik dilakukan pada musim hujan, dikarenakan proses imbibisi yang terjadi pada bibit akan lebih optimal. Setelah bibit ditanam, pemupukan

juga baiknya langsung dilakukan dengan menebarkan Natural Glio yang telah difermentasikan dengan pupuk kandang selama seminggu disertai dengan menyiramkan POC NASA dengan dosis 5-10 ml per satu liter air.

3. Cari tahu tiga alternatif solusi pengolahan minyak goreng yang ramah lingkungan. Jelaskan dengan alur kerja/prosedur dari masing-masing teknik pengolahan yang kalian rekomendasikan, dan apa hasil akhirnya.

Penyelesaian:

1) Sistem Batch dengan Metode Basah (*Batch Systems with Wet Method*)

Sistem batch bekerja secara langsung pada beban berturut-turut, mulai dari perebusan, ekstraksi, dan filtrasi minyak. Dalam sistem batch, dikenal Metode Basah dalam menghasilkan minyak kelapa sawit itu sendiri. Seperti pada umumnya, alur kerja penggunaan sistem batch dalam pengolahan minyak kelapa sawit yaitu:

1. Pemanenan hasil perkebunan kelapa sawit dengan penggunaan Tandan Buah Segar (TBS) untuk kemudian diolah menjadi minyak kelapa sawit. Standar kualitas minyak yang dicapai pada awalnya tergantung pada kualitas TBS yang diperoleh.
2. Masuk ke dalam proses perontokan, yaitu tahap pemisahan brondolan sawit dari tandannya (bunch) menggunakan mesin thrasher. Pada umumnya, prinsip kerja pada mesin thrasher berupa silinder yang berputar pada porosnya dalam jangka waktu tertentu hingga tandan buah sawit terpipil.
3. Perebusan dapat dilakukan dengan metode pembakaran langsung maupun dengan penguapan. Proses perebusan dalam pengolahan minyak kelapa sawit sangatlah penting untuk memudahkan tahapan sebelumnya yaitu pengestraksian minyak. Perebusan akan mempermudah pelepasan inti dari cangkang sawit serta dapat mengurangi kadar air. Perebusan dapat dilakukan dengan perebusan langsung atau dengan memanfaatkan tenaga uap bertekanan.
4. Dalam tahap pelumatan akan digunakan digester vertikal. Sistem batch dengan metode basah menggunakan digester vertikal dengan pelat bawah berlubang untuk menumbuk sejumlah buah dan kemudian membuang minyak dan padatan non-minyak lainnya dari bubur bulir dengan air panas.
5. Pengepresan ulir langsung dirancang untuk menumbuk sejumlah buah yang telah direbus di bagian awal mesin sambil memberikan tekanan pada bubur bulir yang dihaluskan di bagian lain untuk mengeluarkan minyak sawit dalam satu operasi.

Dalam operasinya, metode basah melarutkan semua minyak dan zat padat non-minyak yang dapat dibawa dalam aliran cairan keluar dari bubur yang dilumatkan untuk menghasilkan kacang dan serat yang bersih dan terpisah. Efluen berair dari digester vertikal langsung menuju ke tahap klarifikasi pengolahan. Jumlah air yang dibutuhkan untuk membilas bulir pada umumnya sama dengan yang dibutuhkan untuk mengencerkan minyak kental yang berasal dari mesin pres mekanis dalam persiapan untuk proses klarifikasi.

Hasil metode basah minyak sawit sangat berkurang ketika air cucian dingin. Dalam proses mencerna bubur buah, dengan adanya air, ada kecenderungan meningkat untuk membentuk emulsi minyak/air yang sulit dipisahkan dari massa serat. Kehilangan minyak emulsi dalam serat dapat menjadi besar jika perawatan tidak dilakukan untuk memastikan pemuatan penuh digester. Digester pembilasan vertikal, yang membutuhkan pemuatan dan pengosongan sejumlah material tertentu, dengan demikian hanya dapat digunakan dalam operasi batch.

2) Sistem Semi-Kontinu (*Semi-Continuous Systems*)

Sistem kontinu bekerja secara berurutan, dengan satu operasi mengumpukan langsung ke yang lain. Dalam sistem ini, setiap proses pengolahan berjalan secara berkelanjutan namun tidak berarti sistem ini tidak berhenti, melainkan disesuaikan dengan pengaturan dan waktu operasi mesin. Sistem ini memiliki alur kerja yang sama dengan proses pengolahan minyak kelapa sawit pada umumnya. Mulai dari penyortiran tandan buah kelapa sawit, sterilisasi, perontokan, pelumatan, ekstraksi minyak, hingga proses pemurnian minyak. Sehingga banyak perusahaan besar penghasil minyak kelapa sawit lebih memilih metode ini. Sistem ini menggunakan alat yang besar sehingga produsen harus menyiapkan lahan yang besar pula. Sistem kontinyu ini dibagi menjadi beberapa tahap yaitu:

- Penyortiran tandan buah kelapa sawit,
- Sistem destruksi,
- Serontokan,
- Sistem ekstraksi kering
- Stasiun pengepresan.

Untuk memaksimalkan prosedur kerja pada sistem semi-kontinu, perlu dilakukan rekayasa unit operasi yang cermat agar dapat meminimalkan diskontinuitas dalam pengumpanan dari satu tahap ke tahap lainnya. Jika tidak, beberapa mesin harus dihentikan secara berkala agar stasiun lain dapat menyusul. Sistem ekstraksi kering dengan destruksi terpisah dan stasiun pengepresan biasanya semi-kontinu. Sistem kering tidak membutuhkan banyak air untuk pemrosesan, meskipun mereka memiliki kelemahan meninggalkan sisa minyak yang cukup besar dalam ampas pres. Kandungan minyak dari ampas pres bisa cukup besar (2% - 3%), tergantung pada jenis alat pres yang digunakan dan kekuatan operator manual.

Efisiensi berbagai alat pres dalam mengekstraksi minyak berkisar antara:

- 60% - 70% untuk alat pres spindle.
- 80% - 87% untuk alat pres hidrolis.
- 75% - 80% untuk alat pres sekrup Caltech.

Tingkat ekstraksi minyak pada pengepresan pertama berkisar antara:

- 12% -15% untuk alat pres spindle.
- 14% -16% untuk alat pres hidrolis.
- 17% -19% untuk alat pres sekrup bermotor.

Biasanya ampas pres pertama disortir untuk menghilangkan mur dan serat, kemudian dilanjutkan dengan pengepresan kedua untuk mendapatkan lebih banyak minyak (tambahan 3% - 4% pada TBS). Minyak tekan kedua umumnya memiliki kualitas yang lebih rendah dalam hal kandungan asam lemak bebas dan ketengikan. Beberapa pengolahan tradisional melakukan pencucian air panas pada seluruh ampas pres pertama dibandingkan menyortir serat dan melakukan pengepresan kedua.

Dalam penggunaan sistem ini dalam prosedur kerjanya perlu dipertimbangkan ketersediaan bahan baku dan cara menghitung skala pemrosesan. Dengan mengetahui skala operasi yang optimal, maka dimungkinkan untuk mempertimbangkan jenis teknik pemrosesan. Semakin tinggi teknologi yang diaplikasikan, maka kebutuhan operator terampil dan ahli semakin meningkat. Pertimbangan teknis ini menentukan pemilihan peralatan dan besaran investasi modal yang diperlukan.

3) Sistem Batch dengan Proses Enzimatik (*Batch Systems with Enzymatic Process*)

Pengolahan minyak kelapa sawit melalui sistem batch dengan proses enzimatik secara prosedur kerja memiliki kemiripan dengan sistem batch. Namun, sesuai dengan namanya, dalam pengolahan yang satu ini akan memanfaatkan penggunaan enzim untuk mengoptimalkan kuantitas dan kualitas minyak yang dihasilkan. Enzim adalah protein yang berfungsi sebagai biokatalisator spesifik yang mempercepat laju suatu reaksi kimia tanpa ikut bereaksi. Enzim banyak dimanfaatkan dalam proses produksi di bidang pangan, kesehatan, dan lain sebagainya. Enzim juga berperan dalam teknologi alternatif yang ramah lingkungan untuk mengekstraksi minyak yang secara signifikan meningkatkan produk yang dihasilkan.

Alur kerja pengolahan minyak kelapa sawit melalui sistem batch dengan proses enzimatik dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Pemanenan kelapa sawit sehingga menghasilkan Tandan Buah Segar (TBS) yang kemudian siap untuk diolah menjadi minyak kelapa sawit.
2. TBS sawit terdiri dari buah yang tertanam dalam bulir-bulir yang tumbuh pada batang utama. Untuk melepas buah-buah tersebut dari tandannya, maka dilakukan proses perontokan menggunakan mesin thresher. Sistem mekanis berupa prinsip silinder yang berputar pada porosnya dan dilengkapi dengan batang perontok akan melepaskan buah dari tandan.
3. Proses perebusan atau disebut juga dengan sterilisasi merupakan tahap perlakuan panas pada suhu tinggi untuk menghancurkan enzim pemecah minyak dan menghentikan hidrolisis serta autooksidasi. Pemasakan buah melemahkan struktur sawit, melunakkannya, dan mempermudah pelepasan bahan berserat dan isinya selama proses pencernaan. Proses perebusan memungkinkan minyak untuk dilepaskan lebih mudah. Perebusan dapat dilakukan dengan perebusan langsung atau dengan memanfaatkan tenaga uap bertekanan.
4. Pelumatan adalah proses pelepasan minyak sawit dalam buah melalui pecahnya atau rusaknya sel-sel pembawa minyak dengan penggunaan mesin digester. Digester yang biasa digunakan terdiri dari bejana silindris yang dilengkapi dengan poros berputar tengah dengan sejumlah lengan pencacah (pengaduk).
5. Hasil dari proses pelumatan selanjutnya akan diberikan perlakuan yaitu pencampuran dengan enzim sebagai ekstraksi minyak. Enzim hidrolitik yang paling umum digunakan dalam proses enzimatik berair adalah selulose, hemiselulose, pectinase. Enzimatik dalam pengolahan ini bertujuan untuk

degradasi dinding sel dan meningkatkan permeabilitas minyak melalui membran sel, sehingga memfasilitasi pelepasan minyak.

6. Setelah diberi enzim, hasil pelumatan didiamkan selama beberapa jam untuk kemudian nampak segmentasi pembeda antara kandungan minyak dan air.
7. Proses pressing dilakukan untuk mengeluarkan minyak. Pada proses enzimatik ini sendiri, dalam pressing akan dihasilkan tiga komponen berbeda yaitu *oil*, *nuts*, dan *fibre*. Pengoperasian tahapan ini adalah, material yang telah melalui proses enzimatik ditempatkan pada wadah dengan logam berat dan plunger logam digunakan untuk menekan material.
8. Proses filtrasi pada pengolahan minyak kelapa sawit ini bertujuan untuk menghilangkan sisa kandungan pengotor pada minyak hasil pressing, sehingga didapatkan minyak yang lebih bersih.

Penambahan enzim pada proses ekstraksi minyak juga mampu melakukan efisiensi energi lebih dari 90%. Proses ekstraksi enzimatik basah/ berair akan menghilangkan fosfolipid. Sehingga, pada pengolahan dengan enzimatik ini tidak memerlukan proses degumming. Hal ini juga mengurangi total biaya produksi. Beberapa keuntungan ekstraksi berbasis enzim adalah pengerjaan ringan, hemat energi substansial, dan hasil yang diperoleh lebih tinggi. Keuntungan yang lain, antara lain, pemulihan minyak hampir lengkap, kualitas nutrisi keseluruhan dipertahankan, konsentrasi antioksidan yang lebih tinggi dalam minyak yang diekstraksi, meningkatkan viskositas mash, pemutihan minyak, dan mengurangi konten FFA dalam minyak akhir.

B. Ide dan Rencana

1. Dari ketiga alternatif solusi yang sudah diketahui, pilihlah satu solusi yang menurut kalian adalah yang paling baik. Jelaskan alasan mengapa memilih solusi tersebut dengan cara membuat perbandingan, dilihat berbagai aspek, dengan dua solusi lainnya.

Penyelesaian:

Dari ketiga alternatif solusi yang telah kami sebutkan, solusi yang menurut kami paling baik adalah Batch System with Enzymatic Process. Kami memilih pengolahan tersebut dikarenakan apabila dilihat dari berbagai aspek, sistem batch dengan proses enzimatik ini memiliki kelebihan serta keunggulan yang jauh lebih baik daripada kedua alternatif pengolahan lainnya. Selain itu, kecenderungan kekurangan pada sistem ini masih dapat

ditanggulangi melalui pengembangan yang berkelanjutan, berbeda dengan kekurangan alternatif lainnya yang terbilang sukar untuk ditanggulangi. Dilihat dari berbagai aspek, perbandingan antara solusi yang kami pilih dengan dua solusi lainnya adalah sebagai berikut:

a. Dilihat dari aspek pengoperasian

Berdasarkan pengoperasian sistem batch dengan metode basah, semi-kontinu, dan sistem batch dengan proses enzimatik, dapat diketahui bahwa ketiganya memiliki tingkat kesulitan pengoperasian yang berbeda.

- Dalam sistem batch dengan metode basah, pengoperasian dapat dikatakan sederhana dan mudah dilakukan, sebab komponen-komponen dalam sistem ini bersifat terpisah sehingga tidak saling mempengaruhi antara satu komponen dengan lainnya pada setiap proses pengolahan. Selain itu, perawatan komponen-komponen yang digunakan dalam sistem ini dapat dilakukan dengan cukup praktis.
- Dalam sistem semi-kontinu, pengolahan dilakukan dalam satu unit terpadu yang saling mengumpankan secara berkelanjutan dalam waktu tertentu. Sehingga, terdapat resiko terjadinya diskontinuitas dalam pengumpanan satu tahap ke tahap lainnya. Dengan demikian, beberapa mesin harus dihentikan secara berkala agar stasiun lain dapat menyusul.
- Dalam sistem batch dengan enzimatik proses, pengolahan dilakukan pada komponen-komponen yang terpisah disesuaikan dengan setiap tahapan dalam pengolahan dan tidak saling berkaitan atau menghubungkan satu sama lain. Resiko terjadinya diskontinuitas pada proses ini tentu tidak akan terjadi. Sehingga, pengoperasiannya dapat dilakukan dengan mudah.

b. Dilihat dari aspek hasil produksi

- Dalam sistem batch dengan metode basah, hasil produksi minyak sawit terbilang tidak efektif. Sebab, dalam sistem ini pada proses mencerna bubur bulir dengan adanya air, timbul kecenderungan meningkat untuk membentuk emulsi minyak/air yang sulit dipisahkan dari massa serat. Kehilangan minyak emulsi dalam serat dapat menjadi besar jika perawatan tidak dilakukan untuk memastikan pemuatan penuh digester.
- Dalam sistem semi-kontinu, terdapat banyak kandungan minyak yang tersisa dalam proses pengolahan terutama pada pressing. Sistem ini meninggalkan sisa kandungan

minyak yang cukup besar dalam mesin pres yaitu sekitar 2-3 persen, tergantung pada jenis mesin pres yang digunakan dan kekuatan operator.

- Dalam sistem batch dengan proses enzimatik, produksi minyak yang dihasilkan besar. Ekstraksi secara enzimatik pada saat pembuatan minyak mempengaruhi rendemen minyak yang dihasilkan, yaitu terjadi peningkatan jumlah minyak di setiap penambahan enzim. Selain itu, penggunaan enzim juga akan meningkatkan kualitas nutrisi keseluruhan pada minyak. Dibandingkan sistem batch biasa, enzimatik menghasilkan energi substansial tabungan dan hasil yang lebih tinggi untuk proses yang sama.

c. Dilihat dari aspek investasi modal

- Dalam sistem batch dengan metode basah, membutuhkan dana atau modal pembiayaan alat yang cukup mahal dibandingkan sistem batch kering, mengingat terdapat penggunaan mesin digester vertikal.
- Dalam sistem semi-kontinu, modal bahan baku yang dibutuhkan jauh lebih banyak dibandingkan kedua alternatif pengolahan lainnya, sebab semi-kontinu terdiri dari satu unit terpadu yang begitu kompleks dari segi susunan dan pengoperasiannya serta berada pada tingkat mekanisasi tinggi.
- Dalam sistem batch dengan proses enzimatik, membutuhkan dana yang tidak jauh berbeda dengan sistem batch biasa pada umumnya, menggunakan alat yang terbilang terjangkau didapatkan. Hanya saja terdapat pembiayaan bahan baku yang cukup tinggi dalam penggunaan enzim.

d. Dilihat dari aspek lingkungan

- Dalam sistem batch dengan metode basah, terdapat penggunaan air yang cukup besar. Selain itu, minyak yang dihasilkan pun tidak sebanding dengan energi yang dikonsumsi dalam sistem ini.
- Dalam sistem semi-kontinu, penggunaan energi dalam pengoperasian mesin sebagai suatu unit terpadu tentu sangatlah besar. Zat sisa dari proses tersebut juga belum dapat ditanggulangi dengan optimal.
- Dalam sistem batch dengan proses enzymatic, terdapat prinsip penggunaan kembali zat sisa produksi untuk kemudian dimanfaatkan dalam produksi minyak kelapa sawit itu sendiri. Sebagaimana telah disebutkan bahwa dalam enzimatik akan dihasilkan

tiga komponen yaitu *oil*, *nuts*, dan *fibre*. Tidak hanya *oil* yang dapat dimanfaatkan, namun *nuts* juga bisa didaur menjadi palm kernel, dan *fibre* dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar proses perebusan dalam pengolahan tersebut. Dengan demikian, tidak ada zat sisa dari pengolahan melalui sistem ini yang dihamburkan di lingkungan sekitar.

Kami akan membuat tabel mengenai aspek tersebut pada setiap alternatif solusi untuk kemudian memberikan perbandingan nilai dengan skala 1 untuk rendah, 2 untuk baik, dan 3 untuk sangat baik.

Aspek	Sistem Batch dengan Metode Basah	Sistem Semi-Kontinu	Sistem Batch dengan Proses Enzimatis
Pengoperasian	3	2	3
Hasil Produksi	2	2	3
Investasi Modal	2	1	2
Lingkungan	2	1	3

Berdasarkan penjelasan dan tabel tersebut sangat jelas perbandingan antara ketiga alternatif solusi kami, yaitu Sistem Batch dengan Proses Enzimatis lebih unggul dari setiap aspek dibandingkan kedua sistem pengolahan lainnya.

2. Sekarang saatnya kalian membantu untuk membangun/membuat solusi yang dipilih. Susunlah rancangan proyek pembuatan solusi yang kalian pilih, dengan cara menguraikan pekerjaan menjadi tugas-tugas yang lebih kecil. Gunakan metode WBS (*Work Breakdown Structure*) untuk membantu kalian membuat rencana kerja proyek dari proses persiapan, produksi proyek sampai pasca produksi proyek.

Penyelesaian:

Berikut ini adalah rancangan proyek dari solusi yang kami pilih yaitu Sistem Batch dengan Proses Enzimatis menggunakan metode WBS (*Work Breakdown Structure*).

Work Breakdown Structure Proses Pengolahan Minyak Kelapa Sawit

Persiapan/Perencanaan	Pembuatan Desain	Pembuatan Prototipe	Uji Coba	Evaluasi
Studi Pustaka	Pemilihan Bentuk atau Metode	Penyediaan bahan dan peralatan	Uji Coba Alat Tahap 1	Riset Kekurangan
Penyusunan Jadwal	Perancangan Gambar	Pelaksanaan Pembuatan	Uji Coba Alat Tahap 2	Perbaikan Kekurangan
Pembentukan Tim	Pemilihan Bahan dan Kuantitas		Menulis hasil Uji Coba	Pembuatan Alat hasil Evaluasi
	Menghitung Anggaran		Mengidentifikasi Kekurangan dan Kelebihan alat	Finishing alat

C. Soal Hitungan

Ayah Martha memiliki kebun kelapa sawit seluas 2 ha dan mengolah sendiri hasil panennya dengan menggunakan kapasitas wadah pengolahan 4 kuintal. Diketahui pengolahan kelapa sawit yang sudah dipanen membutuhkan beberapa tahapan, yaitu: Perebusan selama 1 jam, perontokan 30 menit, pelumatan 1 jam, ekstraksi minyak selama 6 jam, dan filtrasi selama 2 jam. Jika setiap hektarnya menghasilkan 1,2 ton, maka berapa lama waktu tercepat untuk Ayah Martha mengolah kelapa sawit dalam satu kali panen?

Penyelesaian:

Diketahui:

- Luas total (L) : 2 Ha
- Hasil panen (P) : 1,2 ton/Ha
- Jumlah hasil panen (P_{total}) : $L \times P$
 $= 2 \text{ Ha} \times 1,2 \text{ ton/Ha}$
 $= 2,4 \text{ ton}$
 $= 24 \text{ kuintal}$
- Waktu perebusan (t_1) : 1 jam
- Waktu prontokan (t_2) : 30 menit = 0,5 jam
- Waktu pelumatan (t_3) : 1 jam
- Waktu ekstraksi (t_4) : 6 jam
- Waktu filtrasi (t_5) : 2 jam
- Kapasitas Mesin : 4 Kuintal
- Total Siklus (n) : $\frac{P_{total}}{\text{kapasitas mesin}} = \frac{24 \text{ kuintal}}{4 \text{ kuintal}} = 6$

Berdasarkan solusi yang kami pilih, pengolahan Sistem Batch dengan Proses Enzimatis masih terdapat beberapa kekurangan/keterbatasan, yaitu sebagai berikut:

1. Tahapan ekstraksi dalam proses enzimatis memerlukan waktu yang lama. Dengan kuantitas wadah ekstraksi yang minim bersamaan dengan intensitas waktu yang lama, hasil produksi minyak kelapa sawit pun tidak dapat berjalan secara maksimal.
2. Suhu dalam proses perebusan dalam sistem ini perlu dikontrol dengan baik, sehingga akan mengeluarkan banyak tenaga para petani untuk mengontrol suhu yang masih dilakukan secara manual.
3. Biaya produksi untuk pengaplikasian Sistem Batch dengan Proses Enzimatis masih cukup tinggi. Terlebih dalam penggunaan enzim yang mana memiliki harga jual yang terbilang tinggi, sehingga tidak menutup kemungkinan akan membebani pembiayaan pengolahan bagi para petani kelapa sawit.
4. Terdapat keterbatasan dalam tenaga yang dihasilkan oleh mesin press pada proses pressing sistem batch dengan proses enzimatis. Hal ini tentu akan sangat mempengaruhi hasil produksi.

Oleh karena itu, kami menawarkan beberapa rekomendasi untuk memperbaiki kekurangan/keterbatasan tersebut, yaitu sebagai berikut:

1. Penambahan wadah atau mesin pada tahapan ekstraksi dengan agar dapat menjaga efisiensi waktu.
2. Menambah penggunaan sensor pada tahap perebusan yang dipasangkan di alat perebusan/sterilizier dengan tujuan agar suhu yang digunakan dalam proses perebusan dapat terkontrol dengan optimal.
3. Penggunaan sensor dapat memanfaatkan sensor jenis arduino. Melalui sensor berbasis arduino, pengontrolan terhadap suhu proses perebusan dapat dilakukan melalui perangkat lunak.
4. Melakukan pengembangan enzim berbasis masyarakat agar enzim yang digunakan dalam proses enzimatis dapat diproduksi oleh para petani kelapa sawit di daerah itu sendiri. Ini bertujuan untuk lebih menghemat biaya bahan baku produksi.
5. Pengembangan pada alat dalam alternatif solusi yang kami pilih juga dapat dilakukan dengan penambahan hidrolik press dengan tingkat mekanis pada proses pengepresan agar dapat menghasilkan hasil press yang jauh lebih baik.

REFERENSI

- C. L. RATHI (2017) 'Enzymes for Improving Oil Yield in Palm Oil Extraction', (July).
- FAO (2020) 6. *ENVIRONMENTAL CONSIDERATIONS*. Available at: <http://www.fao.org/3/y4355e/y4355e07.htm#TopOfPage> (Diakses: 1 Agustus 2021).
- Heryani, H. and Nugroho, A. (2013) *CCP dan Cp Pada Proses Pengolahan CPO dan CPKO, Deepublish*.
- Karouw, S. and Indrawanto, C. (2015) 'Pengolahan dan Peluang Pengembangan Minyak Goreng Berbagai Jenis Kelapa Genjah', *Perspektif*, 14(1), pp. 1–13.
- Murad, M., Sukmawaty, S. and Sabani, R. (2019) 'Introduksi Teknologi Tepat Guna Teknik Filtrasi Pada Pembuatan Minyak Kelapa Tradisional (Minyak Jeleng) Di Desa Gondang Kecamatan Gangga Kabupaten Lombok Utara', *Jurnal Ilmiah Abdi Mas TPB Unram*, 1(2). doi: 10.29303/amtpb.v1i2.24.
- Yosephin, P. P. (2018) *Universitas Sumatera Utara Skripsi, Analisis Kesadahan Total dan Alkalinitas pada Air Bersih Sumur Bor dengan Metode Titrimetri di PT Sucofindo Daerah Provinsi Sumatera Utara*.