

## **Rancang Bangun Mesin Ultrafiltrasi Berbasis Membran Selulosa Asetat Serta Penerapannya dalam Proses Filtrasi Sari Buah Belimbing di UKM Mulyasari Malang**

Adi Mas Sulthon\*, Agus Susanto, Yusron Sugiarto, Wahyunanto Agung Nugroho, Bambang Susilo

Jurusan Keteknikan Pertanian - Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Brawijaya  
Jl. Veteran, Malang 65145

\*Penulis Korespondensi 1, Email: [115100201111003@mail.ub.ac.id](mailto:115100201111003@mail.ub.ac.id)

### **ABSTRAK**

Ultrafiltrasi merupakan salah satu teknologi penjernihan yang dapat diterapkan untuk mengatasi rendahnya kualitas produk sari belimbing UKM Mulyasari. Tujuan dari penelitian ini ialah: 1) untuk menghasilkan rancangan mesin ultrafiltrasi yang praktis dan ekonomis; 2) untuk mengetahui performansi mesin ultrafiltrasi; 3) untuk mengetahui kesetimbangan massa proses ultrafiltrasi; serta 4) untuk mengetahui pengaruh penggunaan mesin ultrafiltrasi terhadap kualitas produk, tingkat produksi, serta efektifitas dan efisiensi kerja. Uji performansi dilakukan menggunakan 4 perlakuan tekanan kerja, yaitu 0,5; 1,0; 1,5; dan 2 bar. Variabel tetap yang digunakan berupa volume sari buah masing-masing 15 L dan waktu filtrasi 5 menit. MORFIN (*Modified Ultrafiltration Machine*) merupakan mesin ultrafiltrasi yang dibuat praktis setinggi 100 cm dengan biaya operasional Rp18.000,00/bulan. Hasil pengujian menunjukkan laju filtrasi terbesar terjadi pada tekanan 2 bar, yakni 111,6 L/jam. Di samping itu, rasio massa *permeate-retentate* mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan tekanan kerja. Rasio massa *permeate-retentate* terbesar terjadi pada tekanan 2 bar yakni 8,089:5,44 (kg), atau dengan persentase 60,6:39,34 (%). Di lain hal, hasil pengujian menunjukkan *permeate* memiliki kualitas yang lebih baik. Ini berdampak pada peningkatan umur simpan produk dari 10 hari menjadi 60 hari. Pengaplikasian mesin ultrafiltrasi di UKM Mulyasari mampu meningkatkan kapasitas produksi hingga 4 kali lipat. Selain itu, kualitas produk serta efektifitas dan efisiensi kerja juga mengalami peningkatan.

Kata kunci: penjernihan, performansi, *permeate*, praktis, *retentate*

## ***Design of Ultrafiltration Machine Based on Cellulose Acetate Membrane and The Implementation in Star Fruit Juice Filtration Process at UKM Mulyasari Malang***

### **ABSTRACT**

*Ultrafiltration is one of clarification technology that be able to overcome the low quality of star fruit juice of UKM Mulyasari. The purposes of this research are: 1) to design a practically and cost effective ultrafiltration machine; 2) to know the performance of ultrafiltration machine; 3) to know the mass balance of ultrafiltration process; and 4) to know the influence of ultrafiltration machine application on product quality, production capacity, and the effectiveness and efficiency of work. Performance testing was done by 4 treatments, those were 0.5; 1.0; 1.5; and 2 bar of work pressure. The steady variables which used were juice volume (15 L) and filtration time (5 minutes). MORFIN (Modified Ultrafiltration Machine) was an ultrafiltration machine which made practically by 100 cm of high and Rp18.000,00/month of operational cost. Testing result showed that the highest flow rate was obtained at 2 bar. The highest permeate-retentate mass ratio was obtained at that pressure which was 8.089 : 5.44 (kg), or 60.66 : 39.34 (%) of percentage ratio. In other hand, the result showed that permeate had better quality. It made an impact on product durability that was increased to be 60 days. The ultrafiltration machine implementation in UKM Mulyasari had*

*increased the production capacity until 4 times. Besides, the quality of product, the effectiveness and efficiency of work were increased too.*

*Keywords: clarification, performance, permeate, practically, retentate*

## PENDAHULUAN

UKM Mulyasari merupakan salah satu unit usaha di Desa Argosuko Kabupaten Malang yang mengolah buah belimbing menjadi minuman sari buah. UKM Mulyasari sudah memproduksi sari buah dengan kapasitas 7 dus/hari. Namun kapasitas tersebut hanya memenuhi 25% dari permintaan pasar. Hal ini dikarenakan UKM Mulyasari masih menggunakan metode penjernihan konvensional menggunakan kain saring, sehingga kualitas produk yang dihasilkan sangat rendah yakni mudah timbul endapan dan hanya awet selama 10 hari. Oleh karenanya UKM Mulyasari belum berani melakukan peningkatan produksi.

Inovasi teknologi yang dibutuhkan adalah metode penjernihan yang baik agar dihasilkan sari buah belimbing yang berkualitas. Filtrasi merupakan proses yang penting dalam pembuatan sari buah karena sari buah belimbing mengandung pektin yang menjadikan sari buah tampak keruh. Pektin berasal dari dinding sel yang telah hancur. Jika dibiarkan, sari buah akan semakin keruh dikarenakan eksitasi pektin dari dinding sel yang terdegradasi (Pinelo *et. al.*, 2006).

Teknologi filtrasi menggunakan membran dinilai paling tepat diterapkan di UKM Mulyasari dibandingkan teknologi penjernihan lainnya. Keunggulan teknologi membran ialah memerlukan biaya yang relatif lebih kecil dibandingkan teknologi enzim. Selain itu, teknologi membran juga aman, tidak merusak rasa dan aroma, serta memerlukan waktu yang cepat dalam proses filtrasi (Steind dan Rackemann, 2010).

Beberapa kriteria yang diperlukan untuk memilih membran filtrasi yang baik diantaranya adalah permeabilitas, impermeabilitas, serta memiliki rentang pH dan temperatur yang tinggi (Sibirian, 2006). Salah satu membran yang memenuhi kriteria tersebut ialah membran selulosa asetat. Namun, pengaplikasian membran selulosa asetat untuk filtrasi minuman sari buah di Indonesia masih terbatas pada industri besar karena ukuran dan biaya investasi mesin yang besar. Sehingga produsen minuman sari buah kecil atau menengah seperti UKM Mulyasari belum mampu untuk membeli mesin ultrafiltrasi.

Tujuan dari penelitian ini ialah: 1) untuk menghasilkan rancangan mesin ultrafiltrasi yang praktis dan ekonomis; 2) untuk mengetahui performansi mesin ultrafiltrasi; 3) untuk mengetahui kesetimbangan massa proses ultrafiltrasi; serta 4) untuk mengetahui pengaruh penggunaan mesin ultrafiltrasi terhadap kualitas produk, tingkat produksi, serta efektifitas dan efisiensi kerja.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan mesin ultrafiltrasi meliputi perangkat komputer (dengan kelengkapan software AutoCAD), las listrik, mesin frais, bor duduk, mesin penekuk pelat, gerinda tangan, dan peralatan bengkel lainnya. Sedangkan peralatan untuk pengujian meliputi kompresor, timbangan digital, kompor, panci, pisau, gelas ukur, dan *stopwatch*.

Bahan yang digunakan dalam pembuatan mesin ultrafiltrasi meliputi pelat *stainless steel* SUS 304 setebal 1, 2, dan 5 mm, pipa silinder *stainless steel* SUS 304 12 dim setebal 3 mm, membran selulosa asetat tipe *syringe filters* dengan diameter 25 mm dan pori 0,2 mikron, kasa 100 mesh, *pressure gauge*, roda, *safety valve*, stop keran, pasta karet silikon, *seal* spon, mur dan baut, serta *hollow stainless steel* persegi. Sedangkan bahan yang digunakan untuk pengujian mesin ultrafiltrasi yaitu air dan buah belimbing manis.

### Metode Penelitian

### 1. Identifikasi Masalah

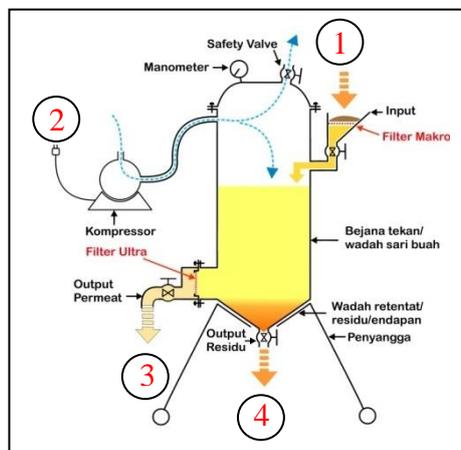
Pada tahap ini dilakukan identifikasi masalah-masalah yang muncul pada proses filtrasi sari buah belimbing pada UKM Mulyasari, serta masalah yang ada pada alat ultrafiltrasi yang ada sebelumnya. Permasalahan yang terjadi pada UKM Mulyasari yaitu filtrasi masih dilakukan secara konvensional menggunakan kain saring, sehingga sari buah yang dihasilkan berkualitas rendah. Sedangkan permasalahan yang terjadi pada alat ultrafiltrasi yang ada di pasaran adalah instalasi sangat rumit, berukuran besar, dan biaya investasi mahal.

### 2. Analisis Masalah

Pada tahapan ini dilakukan analisis untuk mendapatkan solusi permasalahan yang sesuai dengan kebutuhan yang diharapkan. Solusi inilah yang akan diterapkan dalam mendesain mesin ultrafiltrasi.

### 3. Konsep Desain

Pada tahap ini dilakukan perumusan untuk menghasilkan beberapa konsep desain yang dilengkapi dengan gambar sketsa, analisis teknik, dan perkiraan kapasitas kerja teoritis. Skema mesin ultrafiltrasi yang dikembangkan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Mesin Ultrafiltrasi yang Diterapkembangkan

### 4. Analisis Desain dan Pembuatan Gambar Kerja

Analisis desain dan pembuatan gambar kerja dilakukan untuk menentukan bahan, ukuran, serta mekanisme kerja alat. Analisis teknik yang dilakukan meliputi:

#### a. Perhitungan tebal dinding bejana tekan (wadah sari buah)

Ketebalan minimum dinding bejana tekan ditentukan menggunakan persamaan berikut (Ball dan Carter, 2002).

$$t = \frac{PR}{SE - 0,6P} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana: P = Tekanan Operasi (Bar atau MPa); R = Jari-jari dalam Pipa (mm); S = *Maximun Stress Value* (N/mm<sup>2</sup>)

#### b. Perhitungan debit permeate

Besarnya debit teoritis mesin ultrafiltrasi ditentukan menggunakan persamaan berikut:

$$Q_t = F \times A_{tot} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana: Q<sub>t</sub> = Debit Teoritis (L/jam); F = Fluks (L/m<sup>2</sup> jam bar); A<sub>tot</sub> = Luas Membran (m<sup>2</sup>)

Besarnya debit faktual mesin ultrafiltrasi ditentukan menggunakan persamaan berikut:

$$Q_f = V \times \frac{60 \text{ menit}}{t} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:  $Q_f$  = Debit Faktual (L/jam);  $V$  = Volume *Permeate* (L);  $t$  = Lama Filtrasi (jam)

**c. Perhitungan volume penampung *retentate*/sedimen**

Berikut ini persamaan yang digunakan untuk menghitung volume penampung *retentate*:

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

Dimana:  $V$  = Volume Penampung *Retentate* (L);  $r$  = Jari-Jari Kerucut (m);  $t$  = Tinggi Kerucut (m)

**5. Pembuatan Prototipe**

Bagian utama dari rancangan mesin ultrafiltrasi meliputi *hopper*, bejana tekan (wadah sari buah), sistem membran, penampung *retentate*/sedimen, dan penyangga. Kegiatan yang terlibat dalam proses *prototyping* meliputi pembuatan pola, pemotongan, penekukan, pelengkungan, pelubangan, pengelasan, penghalusan, dan perangkaian.

**6. Pengujian**

Tujuan dilakukannya pengujian ialah untuk mengetahui ada tidaknya kebocoran, mengetahui pengaruh tekanan kerja terhadap debit filtrasi, mengetahui kesetimbangan massa proses filtrasi, dan mengetahui kualitas sari buah. Tahapan yang perlu dilakukan pada proses pengujian ialah sebagai berikut:

**a. Persiapan bahan uji**

Bahan yang digunakan adalah buah belimbing manis sebanyak 4 kg dan air sebanyak 60 L. Buah belimbing dipotong kecil-kecil agar dihasilkan ekstrak yang maksimal. Air direbus sampai mendidih, kemudian potongan belimbing dimasukkan dalam panci. Ditunggu sampai 10 menit. Setelah 10 menit kompor dimatikan. Selanjutnya sari buah yang dihasilkan dibagi dalam 4 bagian (masing-masing 15 L). Setiap bagian sari buah ditimbang untuk mengetahui massa awal sari buah.

**b. Pengujian mesin ultrafiltrasi**

Berikut ini adalah langkah pengujian mesin ultrafiltrasi:

- 1) Sari buah belimbing disiapkan.
- 2) Kran *input* dan keran kompresor dibuka, kran *output permeate* dan keran output *retentate* ditutup.
- 3) Sari buah dimasukkan melalui *hopper*
- 4) Keran *input* ditutup.
- 5) Kompresor dinyalakan, kran kompresor ditutup setelah tekanan sesuai dengan perlakuan.
- 6) Kran *output permeate* dibuka bersamaan dengan *stopwatch* dimulai.
- 7) Kran *output permeate* ditutup setelah waktu 5 menit.
- 8) Kran *output retentate* dibuka.
- 9) *Permeate* dan *retentate* diukur volumenya.
- 10) Kemudian volume *permeate* dan *retentate* diukur massanya

**c. Pengambilan data**

Terdapat 2 variabel yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Data yang diambil dari variabel bebas meliputi: variasi tekanan kerja yang digunakan, yaitu 0,5 bar, 1 bar, 1,5 bar, dan 2 bar; waktu filtrasi selama 5 menit; volume awal tiap bagian sari buah, yaitu 15 L; dan massa awal tiap bagian sari buah, yakni 13,333 kg. Sementara itu data yang diambil dari variabel terikat berupa volume dan massa *permeate-retentate* yang dihasilkan pada tiap perlakuan.

**d. Uji kualitas sari buah**

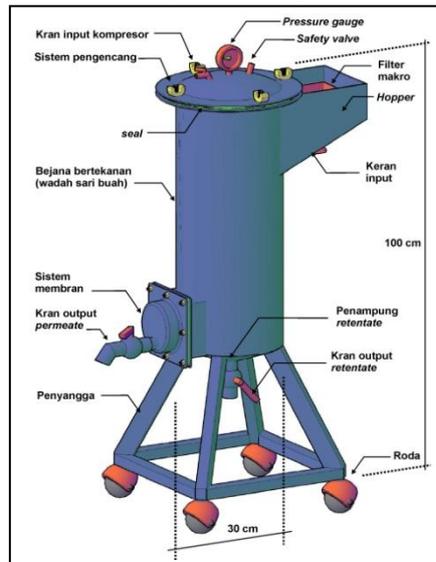
Sari belimbing hasil filtrasi selanjutnya diuji kualitasnya. Parameter yang digunakan dalam uji kualitas meliputi total padatan (%), viskositas (Cp), vitamin C (mg/100ml), pektin, TPC (CFU/g), dan *Eschericia coli* (CFU/g).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perancangan Mesin Ultrafiltrasi

#### 1. Analisis desain rancangan mesin ultrafiltrasi

Desain rancangan mesin ultrafiltrasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain MORFIN (*Modified Ultrafiltration Machine*)

Mesin ultrafiltrasi dirancang untuk bekerja secara *batch* dengan menerapkan prinsip *dead-end filtration*. *Dead-end filtration* dipilih karena investasi yang diperlukan lebih rendah, instalasi sederhana, ukuran yang ringkas, dan debit *permeate* yang lebih besar (Mirliss, 2002). Mesin ultrafiltrasi ini dirancang memiliki kapasitas efektif sebesar 26 liter/proses.

#### 2. Analisis hasil perancangan mesin ultrafiltrasi

MORFIN (*Modified Ultrafiltration Machine*) merupakan mesin ultrafiltrasi sari buah yang telah berhasil dibuat dan diuji coba. Hasil rancangan MORFIN dapat dilihat pada Gambar 3.

Secara fungsional MORFIN dirancang memiliki unit penyaringan makro, pengendapan, penyaringan ultra (ultrafiltrasi), roda penggerak, dan unit kompresi. Sedangkan secara struktural MORFIN dirancang dengan tinggi 100 cm dan dengan diameter 30 cm. Bagian utama mesin ultrafiltrasi meliputi *hopper*, bejana tekan (wadah sari buah), sistem membran, penyangga, dan sumber tenaga.

##### a. *Hopper*

*Hopper* berfungsi sebagai saluran pemasukan dan sekaligus sebagai *pretreatment* karena dilengkapi dengan saringan makro berukuran 100 mesh. Saringan ini berguna untuk menyaring padatan sari buah yang berukuran makro sehingga dapat memperingan kerja membran. *Hopper* dibuat dari pelat *stainless steel* SUS 304 setebal 1 mm.



Gambar 3. Hasil Rancangan MORFIN (*Modified Ultrafiltration Machine*)

**b. Bejana tekan (wadah sari buah)**

Bejana tekan terdiri dari penutup, pipa silinder, dan wadah *permeatee*/sedimen. Penutup terbuat dari *stainless steel* SUS 304 setebal 1 mm yang dibentuk melalui proses penempaan manual. Komponen yang terdapat pada penutup meliputi *pressure gauge*, *safety valve*, dan keran *input* kompresor.

Pipa silinder terbuat dari pipa yang umumnya digunakan pada instalasi pipa PDAM. Pipa yang digunakan memiliki diameter dalam sedesar 30 cm setebal 3 mm, serta terbuat dari bahan yang *foodgrade*. Ketebalan pipa silinder hasil rancangan dinilai telah memenuhi syarat keamanan karena telah melebihi ketebalan minimum yang diijinkan, yakni 1,47 mm.

Sementara itu wadah *retentate*/ endapan terbuat dari pelat *stainless steel* SUS 304 setebal 2 mm yang dibentuk melalui proses pengerollan. Wadah *retentate* memiliki tinggi 5 cm dan volume 1,17 L. Bagian dasar wadah diberi keran yang berfungsi sebagai saluran pengeluaran *retentate*.

**c. Sistem membran**

Rangka luar pada sistem membran terbuat dari pelat *stainless steel* SUS 304 setebal 2 cm. Sedangkan lubang tempat membran terbuat dari pelat *stainless steel* SUS 304 setebal 5 cm. Sistem membran dilengkapi dengan kran yang berfungsi sebagai pengeluaran *permeate*.

Lubang tempat membran dibentuk menggunakan mesin frais, dibuat paralel sebanyak 6 buah dengan diameter 25 mm sesuai dengan diameter membran yang digunakan. Lubang membran diberi bantalan setebal 1 mm yang berguna untuk menahan membran agar tidak terhempas akibat tekanan.

Membran yang digunakan adalah *cellulose acetate syringe filters*. Membran jenis ini dipilih karena memiliki karakteristik yang sesuai dengan sifat sari buah belimbing, yaitu tahan dengan derajat keasaman sebesar 4,5, serta mudah dijumpai di Indonesia. Fluks membran selulosa asetat berkisar antara 10-50 (L/m<sup>2</sup> jam bar), tergantung pada tekanan kerja yang digunakan. Dengan asumsi tekanan kerja sebesar 2 bar, maka besarnya debit teoritis maksimum yang dihasilkan oleh keenam membran yaitu 0,294 L/jam.

**d. Penyangga**

Penyangga berfungsi untuk menyokong berdirinya alat. Bagian ini terbuat dari *hollow stainless steel* segiempat yang dilas pada dasar bejana tekan. Penyangga dibuat dengan tinggi vertikal 30 cm yang terdiri dari 4 buah kaki, setiap kaki dilengkapi dengan roda dinamis yang berfungsi untuk mempermudah mobilisasi.

**e. Sumber tenaga**

Sumber tenaga yang dibutuhkan berupa tekanan udara yang dihasilkan oleh kompresor listrik. Kompresor dalam penelitian ini digunakan untuk memberikan tekanan terhadap bahan uji berupa sari buah belimbing sehingga dapat terdorong melewati membran. Berikut ini spesifikasi kompresor yang digunakan:

- 1) Merk : Lakoni
- 2) Kebutuhan daya : 0,75 HP
- 3) Kapasitas tangki : 10 L
- 4) Debit udara : 120 L/menit
- 5) Kecepatan mesin : 2800 rpm
- 6) Tekanan maksimum : 8 Bar

Pemilihan spesifikasi kompresor dilakukan dengan mempertimbangkan tekanan kerja yang dapat dihasilkan. Selain itu juga atas dasar kesesuaian kebutuhan daya kompresor dengan kapasitas listrik yang terinstal pada UKM Mulyasari.

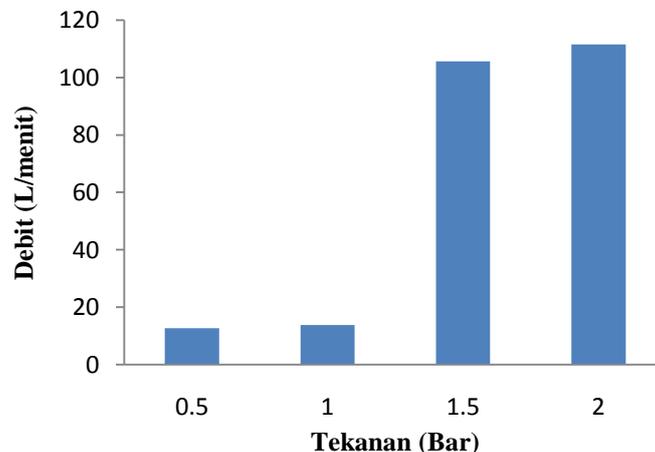
### 3. Analisis biaya

Terdapat 2 macam pembiayaan yang perlu ditanggung ketika menggunakan MORFIN dalam proses filtrasi sari buah belimbing, yaitu biaya pembuatan dan biaya operasional. Biaya pembuatan satu unit MORFIN yakni Rp4.000.000,00. Sementara itu biaya operasional diperlukan untuk membayar listrik kompresor. Biaya operasional yang diperlukan untuk setiap proses filtrasi (20 menit) yakni Rp222,00. Besarnya biaya operasional tersebut diperoleh dari perkalian antara kebutuhan daya kompresor (watt), lama pengoperasian (jam), dan tarif dasar listrik per Desember 2014 (Rp).

Dalam sehari UKM Mulyasari melakukan produksi sebanyak 3 kali, kemudian dalam sebulan proses produksi dilakukan selama 27 hari. Sehingga biaya yang dikeluarkan oleh UKM Mulyasari untuk operasional kompresor ialah sebesar Rp18.000,00/bulan. Biaya-biaya tersebut dinilai ekonomis untuk ditanggung karena melihat omset UKM Mulyasari yang meningkat 2 kali lipat setelah menggunakan MORFIN, sebesar Rp8.000.000,00/bulan.

### Performansi Mesin Ultrafiltrasi

Uji performansi dilakukan untuk mengetahui tekanan kerja efektif dimana volume *permeate* maksimum dihasilkan. Pengaruh tekanan kerja terhadap debit filtrasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik pengaruh tekanan terhadap laju filtrasi

Dari Gambar 4 diketahui bahwa *permeate* masing-masing sebesar 12,66 L/jam dan 13,74 L/jam. Sementara pada perlakuan ketiga (1,5 bar) dan keempat (2 bar) terjadi peningkatan debit yang sangat drastis, masing-masing sebesar 105,6 L/jam dan 111,6 L/jam. Hal ini menunjukkan bahwa pada perlakuan ke satu dan ke dua *driving force* yang diberikan belum cukup kuat untuk mendorong sari buah melewati membran. Sehingga *permeate* yang dihasilkan sedikit. Sedangkan pada perlakuan ketiga dan keempat, *driving force* yang diberikan telah cukup untuk menghasilkan debit *permeate* yang optimal.

Mulder (1996) menyatakan bahwa tekanan operasi membran ultrafiltrasi berkisar 1-5 bar. Terlihat bahwa teori tersebut sejalan dengan hasil pengujian, bahwa mesin ultrafiltrasi dapat bekerja optimal jika tekanan kerja di atas 1 bar. Namun, debit faktual yang mencapai 380 kali lebih besar daripada debit teoritis (0,294 L/jam) mengindikasikan terjadi kebocoran pada sistem membran.

### Kesetimbangan Massa

Data pengujian kesetimbangan massa pada proses ultrafiltrasi sari buah belimbing dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kesetimbangan Massa pada Proses Ultrafiltrasi Sari Buah Belimbing

Tekanan (Bar)	Volume Umpan (L)	Massa Umpan (Kg)	Massa Permeate (Kg)	Massa Retentate (Kg)
0,5	15	13,333	0,938	12,395
1	15	13,333	1,018	12,315
1,5	15	13,333	7,822	5,51
2	15	13,333	8,089	5,44

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa rasio kesetimbangan massa proses ultrafiltrasi sangat dipengaruhi oleh tekanan kerja. Semakin besar tekanan kerja yang digunakan, maka semakin besar pula rasio massa *permeate-retentate* yang dihasilkan. Rasio terkecil terjadi pada perlakuan pertama (0.5 bar) yaitu 0,938:12,395 (kg), atau dengan dengan persentase 7,035:92,964 (%). Sementara itu rasio terbesar terjadi pada perlakuan keempat (2 bar) yaitu 8,089:5,44 (kg), atau dengan persentase 60,6:39,34 (%).

Penjumlahan antara massa *permeate* dan massa *retentate* pada tiap perlakuan akan menghasilkan total massa yang sama, yakni 13,333 kg. Hal ini sejalan dengan teori kesetimbangan massa yang dinyatakan oleh Roulis dan Saravacos (2003) bahwa dalam proses apapun jika tidak ada akumulasi dalam proses, maka jumlah bahan yang masuk akan sama dengan jumlah yang keluar. Kesetimbangan massa secara umum dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$M_{\text{input}} = M_{\text{output}}$$

dimana:

$M_{\text{input}}$  = Massa yang masuk (Kg)

$M_{\text{output}}$  = Massa yang keluar (Kg)

### Pengaruh Penggunaan Mesin Ultrafiltrasi pada UKM Mulyasari

#### 1. Peningkatan kualitas sari buah

Data pengujian kualitas sari buah belimbing sesudah dan sebelum dilakukan ultrafiltrasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Sari Buah Belimbing Sebelum dan Sesudah Ultrafiltrasi

No	Parameter	Sebelum Ultrafiltrasi	Sesudah Ultrafiltrasi
1.	Total Padatan (%)	20.88	11.19
2.	Viskositas (Cp)	0.9737	0.9681
3.	Vitamin C (mg/100ml)	1.21	1.19
4.	Pektin	0.03	0.014
5.	TPC (CFU/g)	$1.1 \times 10^6$	$1.5 \times 10^5$
6.	<i>Eschericia coli</i> (CFU/g)	0	0

Meskipun secara teknis MORFIN belum bekerja efektif, namun hasil yang bertolak belakang terjadi pada hasil uji kualitas. Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan

kualitas dari sari buah belimbing. Peningkatan kualitas sari belimbing antara lain adalah penurunan total padatan terlarut, pektin dan juga TPC.

Ball dan Carter (2002) menyatakan bahwa tingginya total padatan dan pektin mengakibatkan keruhnya sari buah yang dihasilkan. Peristiwa keruhnya sari belimbing ini terjadi karena partikel pektin memiliki kemampuan untuk membiaskan cahaya. Jika dibiarkan, sari belimbing akan semakin keruh akibat eksitasi pektin dari dalam dinding sel buah yang masih terkandung dalam sari buah. Melalui proses ultrafiltrasi maka pektin dan dinding sel ukuran mikro yang masing berada dalam sari buah dapat dipisahkan, sehingga sari buah yang dihasilkan menjadi lebih jernih. Perbandingan penampakan sari buah belimbing sesudah dan sebelum ultrafiltrasi dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini:

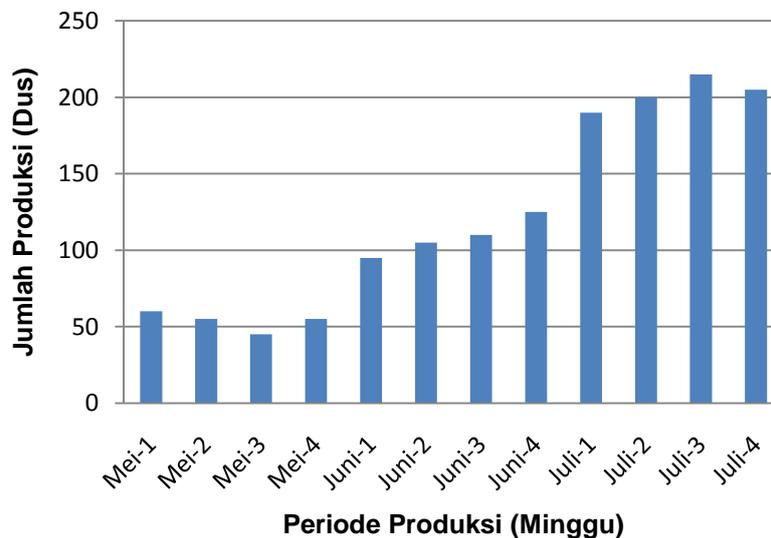


Gambar 5. Penampakan Sari Buah Belimbing Sesudah dan Sebelum dilakukan Ultrafiltrasi

Peningkatan kualitas sari buah belimbing hasil ultrafiltrasi dinilai terjadi karena sebelumnya telah dilakukan 2 kali *pretreatment* pada sari buah, yaitu makrofiltrasi dan proses pengendapan. Dengan meningkatnya kualitas sari buah, maka secara fungsional MORFIN layak untuk diterapkan pada UKM Mulyasari.

## 2. Peningkatan produksi

Setelah diterapkannya MORFIN pada proses filtrasi sari buah belimbing oleh UKM Mulyasari, terjadi peningkatan produksi sebesar 2 hingga 4 kali lipat. Berikut ini grafik peningkatan produksi sari buah belimbing UKM Mulyasari.



Gambar 6. Grafik Peningkatan Produksi UKM Mulyasari

## Peningkatan Efektifitas dan Efisiensi

Perbandingan efektifitas dan efisiensi kerja UKM Mulyasari sebelum dan sudah menggunakan MORFIN ditampilkan pada Tabel 3. Pengaplikasian MORFIN pada proses filtrasi sari buah belimbing di UKM Mulyasari dinilai efektif dalam meningkatkan umur simpan produk. Umur simpan produk yang semula hanya 10 hari, kini meningkat menjadi 60 hari. Oleh

karenanya kini UKM Mulyasari mampu melakukan peningkatan kapasitas produksi mencapai 4 kali lipat. Di samping itu efisiensi produksi juga dapat ditingkatkan, karena proses filtrasi menggunakan MORFIN cukup dilakukan 1 kali.

Tabel 3. Efektifitas dan Efisiensi Kerja Sebelum dan Sesudah Menggunakan MORFIN

No	Parameter	Sebelum Ultrafiltrasi	Sesudah Ultrafiltrasi
1.	Kapasitas	10 L/proses	26 L/proses
2.	Produksi	7 dus/hari	14-20 dus/hari
3.	Waktu Filtrasi	50 menit	20 menit
4.	Pengulangan	10 kali	1 kali
5.	Daya simpan	10 hari	60 hari
6.	Omset	Rp 4.000.000,00/bulan	Rp 8.000.000,00/bulan

## KESIMPULAN

MORFIN (*Modified Ultrafiltration Machine*) merupakan mesin ultrafiltrasi sari buah yang telah berhasil dibuat dan diuji coba. MORFIN dibuat praktis setinggi 100 cm dengan biaya pembuatan dan biaya operasional MORFIN berturut-turut sebesar Rp4.000.000,00 dan Rp18.000,00/bulan. Mengingat omset UKM Mulyasari yang meningkat 2 kali lipat menjadi Rp8.000.000,00/bulan, maka mesin ini dinilai ekonomis. Performansi optimal MORFIN berada pada tekanan kerja 1.5-2 bar, dengan debit permeat maksimum sebesar 111.6 L/jam. Namun nilai debit tersebut menunjukkan angka yang 380 kali lebih besar daripada debit teoritis. Hal ini dinilai terjadi karena adanya kebocoran pada sistem membran. Rasio kesetimbangan massa proses ultrafiltrasi sangat dipengaruhi oleh tekanan kerja. Semakin besar tekanan yang digunakan, maka rasio antara massa *permeate* dan massa *retentate* yang terjadi akan semakin besar, begitu pula sebaliknya. Rasio massa *permeate-retentate* terbesar terjadi pada perlakuan 4 (2 bar) yakni 8,089:5,44 (kg), atau dengan persentase 60,6:39,34 (%). Pengaplikasian MORFIN dalam proses filtrasi di UKM Mulyasari mampu meningkatkan kapasitas produksi hingga 4 kali lipat. Selain itu, efektifitas dan efisiensi kerja serta kualitas sari buah yang dihasilkan juga mengalami peningkatan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ball B.E. dan Carter W.J. 2002. *CASTI Guidebook to ASME Section VIII Div. 1-Pressure Vessels*. Canada: CASTI Publishing Inc.
- Mirliss M. J. 2002. *A Comparison of DE and Crossflow Filtration: Just the Facts, Ma'am*. Dilihat pada 12 Desember 2014 <<http://www.wcponline.com>>.
- Mulder, M. 1996. *Basic Principle of Membrane Technology*. Amsterdam: Kluwer Academic Publisher.
- Pinelo, M., Zeuner, B., dan Meyer, A.S. 2010. Juice Clarification by Protease and Pectinase Treatments Indicates New Roles of Pectin and Protein in Cherry Juice Turbidity. *Food and Bioproducts Processing*, 88: 259–265.
- Roulis, Z.B. dan Saravacos, G.D. 2003. *Food Process Design*. New York: Marcel Dekker inc.
- Siburian, M. 2006. *Kajian Efektifitas Membran Polisulfon Untuk Desinfeksi Air*. Skripsi. Bogor: Institut Petanian Bogor.
- Steindl, R.J. dan Rackemann, D.W. 2010. Membrane filtration of Clarified Juice. *Proceedings of the 27th International Society of Sugar Cane Technologists Congress*. Mexico.