

# **BAB 1**

## **USULAN GAGASAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Sistem refrigerasi sudah tidak asing lagi dalam kehidupan manusia saat ini, sistem refrigerasi adalah proses mendinginkan sebuah objek sehingga temperaturnya lebih rendah dari pada lingkungannya, ada banyak fungsi dari sistem refrigerasi ini seperti untuk mengawetkan makanan, menyejukkan ruangan atau bisa juga untuk mendinginkan suatu sistem yang dibutuhkan pendinginan pada sistem tersebut. Sistem pendinginan bekerja berdasarkan prinsip perpindahan panas. Panas selalu mengalir dari benda yang lebih panas ke benda yang lebih dingin.

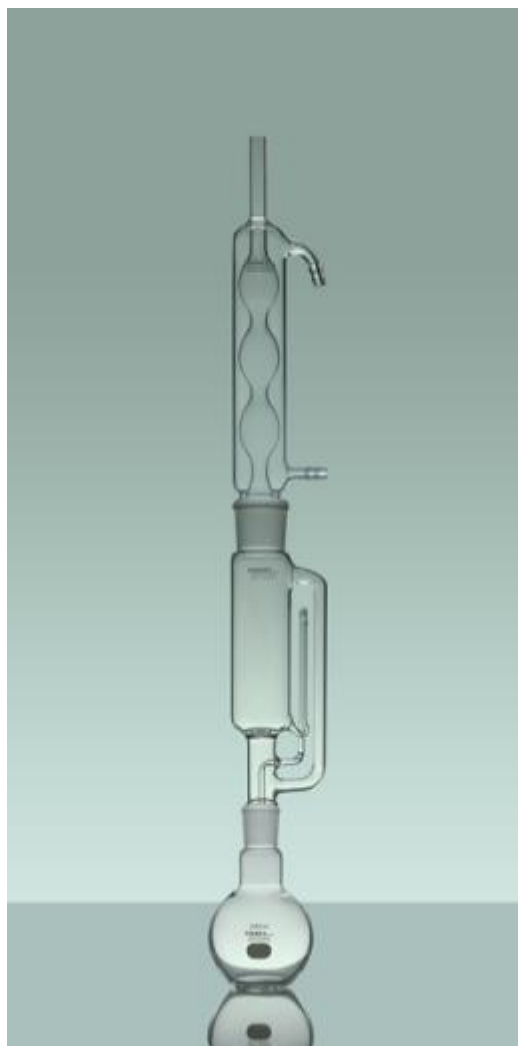
Contoh dari sistem yang membutuhkan sistem refrigerasi ini adalah soxhlet . Sistem pendingin pada ekstraktor Soxhlet memiliki peran yang sangat penting, pendingin pada ekstraktor Soxhlet berfungsi untuk mendinginkan uap pelarut sehingga menetes kembali ke bejana yang berisi bahan padat. Pendingin pada ekstraktor Soxhlet disebut kondensor. Kondensor didinginkan oleh sumber air dan aliran airnya bergerak dari bawah ke atas. Ekstraksi soxhlet merupakan metode ekstraksi kontinu yang digunakan untuk mendapatkan senyawa aktif dari bahan padat dengan pelarut seperti etanol yang menguap pada suhu 78°C. Dalam metode ini pelarut diuapkan lalu dikondensasikan kembali dan digunakan berulang ulang hingga proses ekstraksi selesai atau warna pelarut berubah menjadi bening. Untuk bahan yang akan di ekstraksi yaitu kulit buah, seperti kulit pisang, kulit jeruk. Kemudian zat yang akan terlarut itu adalah zat phytochemical, seperti flavonoid quercetin, flavonoid hesperidin, alkaloid, tanin. Dengan titik didih campuran nya berkisar antara 78 °C – 85 °C, dan suhu yang digunakan untuk ekstraksi berkisar di 40 °C – 70 °C. Akan tetapi penelitian ini tidak menggunakan metode mendidihkan untuk melarutkan melainkan menggunakan metode rendaman. Jadi, bahan yang akan diekstraksi tersebut nantinya akan direndam menggunakan pelarut etanol tersebut. Dengan kata lain, zat yang dilarutkan memiliki suhu yang hampir serupa dengan suhu pelarut. Oleh karena itu suhu air yang dialirkan untuk proses kondensasi pada kondensor Soxhlet sangat menentukan efektivitas ekstraksi.

Air yang akan dialirkan menuju soxhlet harus dipastikan memiliki suhu yang dingin, karena saat uap pelarut yang panas bersentuhan dengan permukaan kaca yang dingin, maka uap panas tersebut akan terkondensasi dan akan menetes kembali ke ruang ekstraksi. Jika air yang mengalir pada Soxhlet tidak cukup dingin maka perbedaan suhu antara uap pelarut dan permukaan kondensor tidak akan cukup besar. Akibatnya, hanya sebagian kecil uap pelarut

yang akan mengembun yang membuat sebagian besar uap pelarut akan tetap dalam bentuk gas dan terbangun sia-sia melalui ventilasi kondensor. Hal ini akan mengurangi efisiensi ekstraksi.

Sebagai Solusi, sistem pendingin digunakan untuk menghasilkan air dingin yang akan dialirkan menuju Soxhlet. Karena jika suhu air tinggi akan menyebabkan proses kondensasi pada Soxhlet menjadi lambat yang akan berakibat pada proses ekstraksi yang menjadi lambat pula. Selain suhu, laju aliran air juga mempengaruhi kinerja sistem. Laju aliran yg rendah dapat mengurangi kemampuan kondensasi.

## 1.2 Informasi Pendukung Masalah



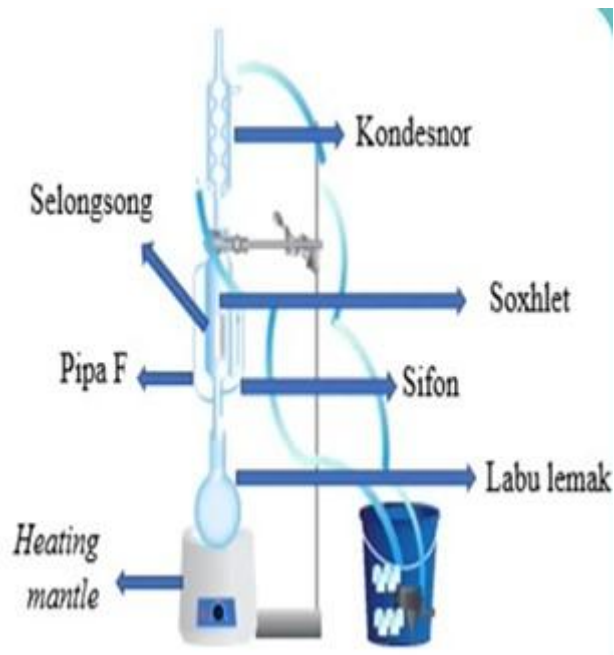
Gambar 1. 1 Ekstraktor Soxhlet

Ekstraktor Soxhlet adalah alat laboratorium yang digunakan untuk mengekstraksi komponen tertentu dari bahan padat menggunakan pelarut cair. Proses ekstraksi ini dilakukan secara berulang melalui prinsip distilasi dan perkolasi, sehingga menghasilkan efisiensi tinggi

dalam mengekstraksi senyawa yang larut dalam pelarut. Ekstraktor Soxhlet menggunakan pendingin (kondensor) untuk menjalankan proses ekstraksi yang berulang dengan efisiensi tinggi. Karena jika tanpa pendingin uap pelarut akan hilang ke udara, mengurangi efisiensi ekstraksi dan meningkatkan konsumsi pelarut.

Soxhlet bekerja dengan cara memanaskan pelarut di labu hingga menguap, lalu uap tersebut didinginkan di kondensor sehingga kembali menjadi cair dan menetes ke timbel yang berisi bahan ekstraksi. Pelarut cair melarutkan senyawa dari bahan, lalu mengalir kembali ke labu melalui sifon saat levelnya mencapai batas tertentu. Proses ini berulang terus-menerus, sehingga pelarut di timbel secara bertahap mengekstraksi senyawa-senyawa dari bahan hingga seluruh senyawa terlarut. ketika pelarut di timbel sudah jernih dan tidak lagi berwarna, ini menandakan bahwa semua senyawa yang dapat larut telah terekstraksi. Hasil akhir dari proses soxhlet adalah larutan senyawa ekstrak yang terkumpul dalam labu didih bersama pelarut. Setelah proses ekstraksi selesai, pelarut dan senyawa ekstrak dapat dipisahkan, misalnya melalui distilasi atau penguapan, untuk mendapatkan senyawa murni.

Karena kondensor ekstraktor soxhlet membutuhkan air dengan temperature rendah agar proses kondensasi berjalan dengan baik. Sumber air yang akan dialirkan menuju Soxhlet bisa didinginkan dengan menggunakan sistem pendingin. Maka dari itu kita dapat membuat sistem pendingin untuk mendinginkan sumber air yang kemudian akan dialirkan menuju ekstraktor Soxhlet. Karena jika air hanya ditambah dengan es batu, suhu dari air tersebut hanya bisa bertahan sampai 2-3 jam dan nanti air tersebut akan kembali ke suhu lingkungan, sehingga dapat memperlambat proses kondensasi dan ekstraksi.



Gambar 1. 2 Komponen Ekstraktor Soxhlet

Bagian-bagian ekstraktor Soxhlet :

- Pemanas berfungsi memanaskan labu didih sehingga pelarut didalamnya menguap
- Labu Didih Berfungsi sebagai sumber pelarut yang diuapkan dan dikondensasikan kembali selama proses
- Sifon berfungsi sebagai mengembalikan pelarut yang telah mengandung senyawa terlarut dari sampel labu didih setelah tabung ekstraksi terisi penuh
- Pipa F berfungsi mengalirkan uap dari labu didih menuju kondenser untuk dikondensasikan
- Ekstraktor Soxhlet berfungsi sebagai ditempatkan nya sampel padat
- Selongsong berfungsi menahan wadah sampel di dalam ekstraktor.
- Kondenser berfungsi mendinginkan uap pelarut yang naik dari labu didih, mengembunkanya kembali menjadi cairan.

### 1.3 Analisis Umum

Dalam menganalisis beberapa aspek terkait dengan penggunaan sistem refrigerasi kompresi uap, terdapat beberapa fokus utama yang menjadi acuan diantaranya untuk aspek teknis yang meliputi sistem pendingin yang dipakai dan suhu keluaran sistem pendingin tersebut untuk mendinginkan uap dari alat soxhlet, aspek ekonomi meliputi biaya operasional yang dikeluarkan untuk membuat alat tersebut, aspek Manufakturabilitas meliputi komponen yang digunakan untuk membuat sistem pendingin dan juga kehandalan pada sistem pendingin yang dipilih, aspek lingkungan meliputi efisiensi energi yang terdapat pada sistem pendingin yaitu seberapa baik sistem tersebut dalam mengubah energi listrik menjadi efek pendinginan.

#### 1.3.1 Aspek Teknis

Sistem pendingin kondenser soxhlet bertujuan untuk menjaga suhu pada kondenser agar tetap stabil sehingga uap pelarut terkondensasi secara optimal selama proses ekstraksi. Sistem yang bisa digunakan antara lain Sistem Refrigerasi Kompresi Uap (SRKU), Heat Exchanger (HX) dan Termoelektrik. Sistem refrigerasi kompresi uap bisa menjadi pilihan karena sistem ini mampu menjaga suhu rendah secara konsisten, jika ingin meningkatkan efisiensi nya Heat Exchanger mampu memaksimalkan perpindahan panas antara kondenser pada soxhlet dan fluida dingin. Sedangkan termoelektrik lebih sederhana dan ramah lingkungan untuk lingkup yang lebih kecil.

#### 1.3.2 Aspek Ekonomi

Sistem refrigerasi terdiri dari beberapa jenis dan juga dengan komponen utama yang berbeda beda, maka dari itu tentu saja setiap sistem refrigerasi juga mempunyai keluaran suhu yang berbeda beda, lalu bagaimana sistem tersebut dikomersilkan untuk saat ini pun bermacam macam. Jenis jenis sistem pendingin juga memiliki biaya yang berbeda untuk komponen penyusunnya.

#### 1.3.3 Aspek Manufakturabilitas

Aspek manufakturabilitas dari sistem refrigerasi untuk sistem pendingin soxhlet memerlukan sistem yang memenuhi standar kualitas untuk memastikan keamanan dan kinerja yang baik. Pemilihan jenis sistem juga dapat mempertimbangkan dimensi dari sistem tersebut agar sistem dengan mudah dipindahkan dari satu tempat ke tempat yang lain. Juga ketersediaan alat dan bahan di pasaran juga menjadi hal yang diperhatikan juga karena memudahkan untuk mencari komponen yang harus diganti jika dibutuhkan.

#### 1.3.4 Aspek Lingkungan

Proses pendingin membutuhkan energi untuk mengubah energi masukan mejadi energi dingin, dan seperti yang kita tahu produksi energi terkadang melibatkan pembakaran bahan bakar fosil yang dapat menyebabkan emisi gas rumah kaca. Beberapa sistem pendingin juga membutuhkan refrigeran sebagai fluida yang dapat menyerap panas lalu memindahkan panas tersebut ke lingkungan luar. Dibutuhkan juga pemeliharaan secara teratur untuk menjaga efisiensi energi dari sistem pendingin.

### 1.4 Solusi Sistem yang Diusulkan

#### 1.4.1 Karakteristik Produk

Sistem refrigerasi menjadi sistem yang dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari baik dalam sistem refrigerasi untuk kenyamanan termal pada suatu ruangan, lalu bisa juga untuk mengawetkan makanan atau pun mendinginkan suatu sistem yang dipakai dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya alat soxchlet. Dikarenakan alat soxchlet ini membutuhkan pendingin agar suhu uap yang berasal dari hasil memanaskan pelarut dapat diturunkan lagi karena adanya sistem refrigerasi ini. Dengan banyaknya jenis dari sistem refrigerasi ini menjadi pertimbangan baik dari kelebihan,kekurangan dan juga keterbatasan dari solusi yang ada.

##### 1.4.1.1 Sistem Refrigerasi Kompresi Uap (SRKU)

Sistem Refrigerasi Kompresi Uap (SRKU) terdiri dari komponen utama seperti kompresor, kondenser, katup ekspansi, dan evaporator. Sistem ini bekerja dengan cara mengompresi refrigeran, mendinginkannya di kondenser, kemudian mengekspansikannya sebelum disalurkan ke evaporator untuk menyerap panas. SRKU sangat efisien dalam menurunkan suhu hingga di bawah nol, sehingga cocok untuk kebutuhan pendinginan besar seperti pada AC, kulkas, dan industri. Meskipun efisien, SRKU memiliki konsumsi energi yang cukup besar, biaya operasional tinggi karena komponen bergerak, dan dapat berdampak negatif terhadap lingkungan jika menggunakan refrigeran yang tidak ramah lingkungan.

##### 1.4.1.2 Heat Exchanger

Sistem Heat Exchanger, di sisi lain, menggunakan prinsip perpindahan panas antara dua fluida tanpa mencampurnya, dengan dinding penukar panas sebagai media. Sistem ini efisien dalam mentransfer panas antara fluida panas dan dingin, sehingga cocok untuk aplikasi yang membutuhkan pengendalian suhu secara presisi. Keuntungannya adalah desain yang sederhana dan minim perawatan karena tidak ada bagian yang bergerak, serta tidak memerlukan energi eksternal. Namun, kemampuan pendinginannya terbatas karena sangat bergantung pada perbedaan suhu fluida yang digunakan.

#### 1.4.1.3 Termoelektrik

Sistem Termoelektrik menggunakan modul Peltier untuk menghasilkan efek pendinginan berdasarkan aliran listrik yang menciptakan perbedaan suhu antara sisi panas dan dingin. Sistem ini sangat cocok untuk aplikasi skala kecil, seperti pendinginan elektronik atau perangkat portabel, karena tidak memiliki bagian yang bergerak, sehingga bebas perawatan dan tidak berisik. Selain itu, termoelektrik lebih ramah lingkungan karena tidak menggunakan refrigeran. Namun, efisiensinya lebih rendah dibandingkan sistem pendingin lainnya, dan kemampuannya terbatas pada pendinginan lokal atau spot cooling.

#### 1.4.2 Skenario Penggunaan

##### 1.4.2.1 Skema Sistem Refrigerasi Kompresi Uap (SRKU)

Sistem ini menggunakan siklus kompresi uap untuk mendinginkan. Proses dimulai ketika refrigeran dikompresi dalam kompresor, meningkatkan tekanan dan suhunya. Kemudian, refrigeran panas ini mengalir ke kondenser di mana panas dilepaskan, dan refrigeran berubah menjadi cairan bertekanan tinggi. Cairan ini kemudian melewati katup ekspansi, yang menurunkan tekanan dan suhu refrigeran, sebelum memasuki evaporator. Di evaporator, refrigeran menyerap panas dari lingkungan sekitarnya, mendinginkan area tersebut, dan berubah kembali menjadi gas untuk kembali ke kompresor dan mengulang siklus.

##### 1.4.2.2 Skema Heat Exchanger

Sistem ini bekerja dengan prinsip perpindahan panas antara dua fluida—satu panas dan satu dingin tanpa mencampur keduanya. Panas dari fluida yang lebih panas ditransfer ke fluida yang lebih dingin melalui dinding penukar panas, seperti pipa atau pelat. Fluida panas mengalir melalui satu sisi, sementara fluida dingin mengalir di sisi berlawanan, dan aliran panas terjadi karena perbedaan suhu antara kedua fluida. Sistem ini banyak digunakan dalam proses industri dan pendinginan.

##### 1.4.2.3 Skema Termoelektrik

Sistem ini menggunakan efek Peltier, di mana arus listrik yang mengalir melalui material semikonduktor menghasilkan perbedaan suhu. Ketika arus dialirkan, satu sisi modul menjadi panas sementara sisi lainnya menjadi dingin. Panas dari sisi dingin diserap dan dipindahkan ke sisi panas, menciptakan efek pendinginan. Teknologi ini sering digunakan untuk aplikasi pendinginan skala kecil, seperti pendingin elektronik, karena tidak melibatkan bagian yang bergerak.

## **1.5 Kesimpulan dan Ringkasan CD-1**

Sistem pendingin memiliki peran penting dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk pada alat laboratorium seperti ekstraktor Soxhlet. Pendingin, dalam bentuk kondensor, berfungsi untuk mengembunkan uap pelarut sehingga dapat digunakan kembali dalam proses ekstraksi. Keberhasilan pendinginan sangat bergantung pada suhu air yang dialirkan ke kondensor. Jika suhu air terlalu tinggi, efisiensi ekstraksi menurun akibat kurangnya perbedaan suhu yang dibutuhkan untuk kondensasi.

Untuk memastikan suhu air tetap dingin, diperlukan sistem pendinginan yang andal, seperti Sistem Refrigerasi Kompresi Uap (SRKU), Heat Exchanger (HX), atau termoelektrik. Pemilihan sistem pendinginan yang tepat akan meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan proses ekstraksi, menjadikannya lebih hemat energi dan pelarut. Pemilihan sistem pendingin pada ekstraktor Soxhlet harus mempertimbangkan keseimbangan antara aspek teknis, ekonomi, manufakturabilitas, dan lingkungan. Sistem yang paling cocok bergantung pada kebutuhan spesifik, seperti skala penggunaan, ketersediaan sumber daya, dan prioritas efisiensi energi. Dengan pendekatan yang tepat, efisiensi proses ekstraksi dapat ditingkatkan secara signifikan sambil tetap menjaga keberlanjutan lingkungan.