

BAB II

LANDASAN TEORI

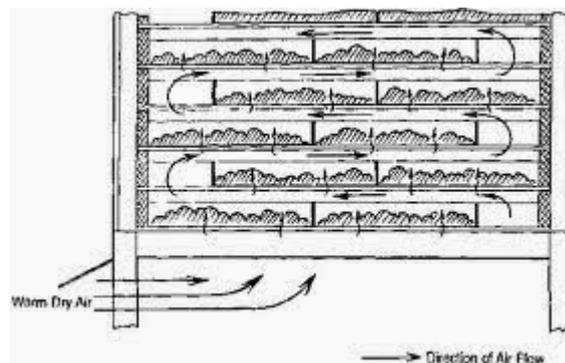
Bab ini akan membahas tentang teori sistem pengering yang telah diteliti oleh peneliti-peneliti sebelumnya yang berhubungan dengan penjelasan sistem-sistem yang akan dipakai di penelitian ini.

2.1 Pengeringan

Pengeringan merupakan cara yang paling umum digunakan untuk meningkatkan stabilitas bahan dengan mengurangi kandungan air bahan sehingga aktivitas airnya menurun [2]. Manfaat proses pengeringan yaitu meningkatkan stabilitas bahan, menghambat mikroorganisme berkembang sehingga tidak mudah busuk dan umur simpan bahan yang panjang. Salah satu bahan yang memerlukan proses pengeringan sebelum diolah menjadi bentuk obat yaitu temulawak. Ada beberapa cara untuk melakukan proses pengeringan, seperti pengeringan dengan sinar matahari langsung, pengering buatan, dan pengeringan secara pembekuan. Berbagai cara pengeringan tersebut memiliki keunggulan dan kelemahan masing-masing.

Kombinasi suhu, RH dan lamanya pemanasan selama proses pengeringan pada produk pertanian simplisia temulawak dilakukan untuk menghasilkan simplisia temulawak standar. Parameter suhu, RH, kadar air awal bahan dan kadar akhir bahan menjadi faktor-faktor yang mempengaruhi waktu atau lama pengeringan.

Pada penelitian ini, tipe pengering yang digunakan yaitu pengering tipe rak. Prinsip kerja dari pengering tipe ini adalah rak-rak yang tersusun bertingkat dari bawah keatas dialirkan panas dengan medium berupa udara yang dihembuskan oleh kipas/*blower*, pada umumnya sumber panas pada pengering tipe rak ini yaitu menggunakan pemanas listrik. Alasan penggunaan pengering tipe ini yaitu dikarenakan pengering tipe ini memiliki keunggulan berupa kemudahan implementasi, biaya operasional rendah, mudah dikustomisasi dan cocok digunakan untuk pengeringan temulawak. Prinsip kerja pengering tipe rak ditunjukkan pada **Gambar 2.1**.



Gambar 2.1 Prinsip Kerja Pengering Tipe Rak

2.2 Kadar Air Bahan

Kadar air bahan menunjukkan banyaknya kandungan air persatuan bobot bahan. Dalam hal ini terdapat dua metode untuk menentukan kadar air bahan tersebut yaitu melalui metode gravimetri yang berdasarkan bobot kering (*dry basis*) dan berdasarkan bobot basah (*wet basis*). Kadar air basis basah adalah persentase kandungan air suatu bahan, sedangkan kadar air bahan basis kering adalah berat bahan setelah mengalami pemanasan (pengeringan) dalam waktu tertentu sampai mencapai berat konstan. Dari dua metode menentukan kadar air

tersebut maka akan didapat kadar air simplisia temulawak sebelum pengeringan dan sesudah pengeringan dengan persamaan 1 dan 2 sebagai berikut [10]:

$$\text{Basis Basah (\%)} = \frac{Ba}{Bk} \times 100 \% \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

Bobot Air (Ba) = Bobot bahan sebelum dikeringkan – bobot bahan setelah dikeringkan

Bobot Akhir (Bk) = Bobot bahan setelah dikeringkan

$$\text{Basis Kering (\%)} = \frac{\text{Bobot awal} - \text{bobot akhir}}{\text{bobot awal}} \times 100 \% \dots\dots\dots (2)$$

Pada penelitian ini pengukuran kadar air bahan akan menggunakan metode langsung yaitu dimana pengukuran kadar air bahan menggunakan alat ukur *digital moisture meter*.

Laju pengeringan (drying rate; kg/jam) adalah banyaknya air yang diuapkan tiap satuan waktu atau penurunan kadar air bahan dalam satuan waktu. Penurunan kadar air produk selama proses pengeringan dihitung dengan menggunakan persamaan 3 sebagai berikut :

$$M = \frac{\text{massa awal} - \text{massa akhir}}{\text{selang waktu pengeringan}} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

M = Laju pengeringan (kg/s)

Laju pengeringan biasanya meningkat di awal pengeringan kemudian konstan dan selanjutnya semakin menurun seiring berjalannya waktu dan

berkurangnya kandungan air pada bahan yang dikeringkan. Laju pengeringan merupakan jumlah kandungan air bahan yang diuapkan tiap satuan berat kering bahan dan tiap satuan waktu [8]. Parameter kadar air bahan menjadi salah satu parameter penting pada penelitian ini dikarenakan tujuan penelitian ini adalah untuk mengurangi kadar air simplisia temulawak sampai $< 10\%$, pengukuran kadar air akan dilakukan dengan metode secara langsung yaitu menggunakan alat ukur *digital moisture meter*.

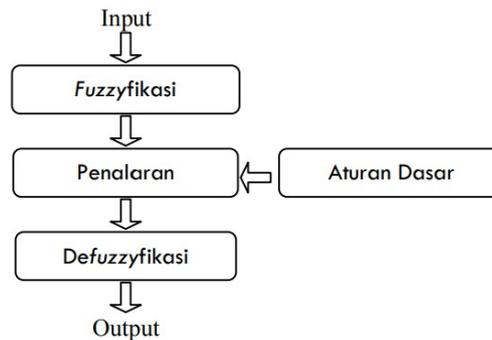
2.3 Logika Fuzzy

Sebelumnya munculnya Teori logika fuzzy (*fuzzy logic*) dikenal sebuah logika tegas (*crisp Logic*) yang memiliki nilai benar atau salah secara tegas. Saat logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat diekspresikan dalam istilah biner (0 atau 1, hitam atau putih, ya atau tidak), Logika Fuzzy memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti “sedikit”, “lumayan”, dan “sangat”. Logika ini berhubungan dengan set fuzzy dan teori kemungkinan.

Kendali logika fuzzy merupakan salah satu sistem kendali cerdas yang sering diterapkan dalam berbagai sistem. Logika fuzzy adalah metodologi untuk menyatakan hukum operasional dari suatu sistem dengan ungkapan bahasa, bukan dengan persamaan matematis. Banyak sistem yang terlalu kompleks untuk dimodelkan secara akurat, meskipun dengan persamaan matematis yang kompleks. Dalam kasus seperti itu, ungkapan bahasa yang digunakan dalam logika fuzzy dapat membantu mendefinisikan karakteristik operasional sistem dengan lebih baik. Pada intinya kendali logika fuzzy merupakan cara pengendalian yang dapat

mensimulasikan cara berpikir manusia untuk mengendalikan suatu sistem fisik yang kompleks [9].

Sistem kendali logika fuzzy terdiri dari beberapa tahapan seperti pada diagram berikut.



Gambar 2.2 Tahapan Logika Fuzzy

Proses dalam kendali logika fuzzy ditunjukkan pada Gambar di atas. Input yang diberikan kepada adalah berupa bilangan tertentu, pada penelitian ini akan berupa nilai suhu yang didapat dari sensor DHT11 dan output yang dihasilkan berupa nilai yang akan diberikan ke modul AC Dimmer untuk mengatur daya yang diberikan ke elemen pemanas listrik. Aturan-aturan dalam bahasa linguistik dapat digunakan sebagai input yang bersifat teliti harus dikonversikan terlebih dahulu, lalu melakukan penalaran berdasarkan aturan-aturan dan mengkonversi hasil penalaran tersebut menjadi output yang bersifat teliti.[14].

Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy adalah pengelompokan sesuatu berdasarkan variabel bahasa (linguistik variable), yang dinyatakan dengan fungsi keanggotaan, dalam

semesta U . Keanggotaan suatu nilai pada himpunan dinyatakan dengan derajat keanggotaan yang nilainya antara 0.0 sampai 1.0 [13].

Himpunan fuzzy didasarkan pada gagasan untuk memperluas jangkauan fungsi karakteristik sedemikian hingga fungsi tersebut akan mencakup bilangan real pada interval $[0,1]$. Nilai keanggotaannya menunjukkan bahwa suatu item tidak hanya bernilai benar atau salah. Nilai 0 menunjukkan salah, nilai 1 menunjukkan benar, dan masih ada nilai-nilai yang terletak antara benar dan salah. [14].

Pada penelitian ini, pengelompokan data akan dilakukan pada nilai inputnya yaitu nilai suhu yang didapat dari sensor DHT11.

Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah pemetaan nilai input yang merupakan nilai tegas ke dalam fungsi keanggotaan himpunan fuzzy, untuk kemudian diolah di dalam mesin penalaran.

Aturan Dasar

Aturan dasar dalam kendali logika fuzzy adalah aturan implikasi dalam bentuk “jika ... maka ...”. Aturan dasar tersebut ditentukan dengan bantuan seorang pakar yang mengetahui karakteristik objek yang akan dikendalikan.

Penalaran

Pada tahapan ini sistem menalar nilai masukan untuk menentukan nilai keluaran sebagai bentuk pengambil keputusan. Sistem terdiri dari beberapa aturan, maka kesimpulan diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan.

Defuzzifikasi

Defuzzyfikasi merupakan kebalikan dari fuzzyfikasi, yaitu pemetaan dari himpunan fuzzy ke himpunan tegas. Input dari proses defuzzyfikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturanaturan fuzzy. Hasil dari defuzzyfikasi ini merupakan output dari sistem kendali logika fuzzy

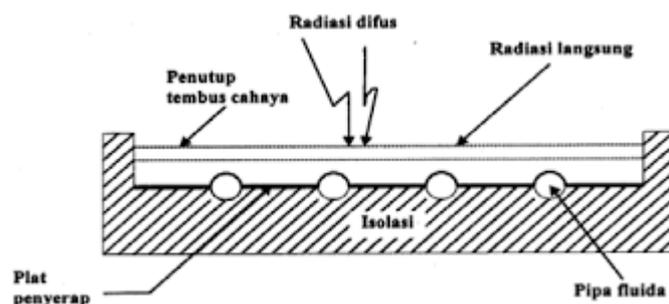
Mengacu pada permasalahan untuk membangun alat pengering simplisia temulawak terkendali maka pada penelitian ini akan membahas tentang pengendalian suhu dan RH dengan nilai yang sudah diisyaratkan pada alat pengering simplisia temulawak dengan kendali logika fuzzy. Logika fuzzy memiliki beberapa keunggulan yaitu algoritma yang fleksibel, memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat, dan terkenal karena keandalannya. Dengan keunggulan yang dimiliki kendali logika fuzzy maka diharapkan suhu dan kelembaban udara relative (RH) dapat dikendalikan sehingga menghasilkan pengering yang dapat menghasilkan simplisia temulawak sesuai standar.

2.4 Kolektor Surya

Kolektor surya adalah suatu alat yang dapat mengumpulkan atau menyerap radiasi surya dan mengkonversikan menjadi panas. Kolektor surya dapat didefinisikan sebagai sistem perpindahan panas yang menghasilkan energi panas dengan memanfaatkan radiasi sinar matahari sebagai sumber energi utama. Kolektor surya beroperasi tanpa mengeluarkan suara (tidak seperti turbin angin besar) sehingga tidak menyebabkan polusi suara. Kolektor surya biasanya memiliki umur yang sangat lama, dan biaya pemeliharaannya sangat rendah karena tidak ada bagian yang bergerak. Kolektor surya juga cukup mudah untuk

dibangun. Energi surya adalah salah satu pilihan energi terbaik untuk daerah-daerah terpencil, bilamana jaringan distribusi listrik tidak praktis atau tidak memungkinkan untuk dibangun. Mengingat ratio elektrifikasi di Indonesia baru mencapai 55-60 % dan hampir seluruh daerah yang belum dialiri listrik adalah daerah pedesaan yang jauh dari pusat pembangkit listrik [10].

Prinsip kerja kolektor surya pelat penyerap adalah memindahkan radiasi matahari ke fluida kerja. Radiasi matahari yang jatuh pada cover kaca sebagian akan langsung dipantulkan, kemudian sebagiannya akan diserap, dan sebagiannya lagi akan diteruskan ke pelat penyerap. Radiasi yang sampai pada pelat penyerap akan diserap panasnya oleh pelat penyerap. Panas yang diserap oleh pelat penyerap akan digunakan untuk memanaskan fluida kerja yang berupa udara mengalir. Untuk proses perpindahan panas dari radiasi matahari sampai pada fluida kerja terjadi melalui tiga mekanisme perpindahan panas yaitu, konduksi, konveksi, dan radiasi. Secara konduksi, terjadi pada udara yang diam dan pada pelat penyerap. Secara konveksi, terjadi antara permukaan pelat penyerap dengan fluida kerja yang mengalir. Kemudian pertukaran panas radiasi terjadi diatas penutup transparan, diantara penutup transparan dengan pelat penyerap bagian atas, dan antara pelat penyerap bagian bawah dengan permukaan isolasi.



Gambar 2.3 Mekanisme Kerja Kolektor Surya

Pada penelitian ini akan diterapkan salah satu mekanisme perpindahan panas dari teori kolektor surya yaitu perpindahan panas secara radiasi. Penerapan perpindahan panas dari sinar matahari ke ruang pengering dengan mekanisme radiasi dilakukan dengan cara membuat ruang pengering dengan bahan yang mudah menghantarkan panas dan akan diwarnai dengan warna gelap sebagai *absorber* (penyerap) panas dari sinar matahari.

Pemanfaatan kolektor surya pada penelitian ini bertujuan untuk efisiensi penggunaan energi pada siklus pengeringan temulawak yang dimana kolektor surya ini akan dikombinasikan dengan elemen pemanas listrik sebagai pemanas cadangan ketika kolektor surya tidak bekerja secara maksimal yang dipengaruhi keadaan cuaca.

2.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah perangkat elektronik yang dapat di program dan dapat terintegrasi dengan sensor ataupun aktuator untuk menjalankan tugas tertentu. Mikrokontroler ATmega328P terdapat dalam sistem minimum Arduino Uno atau Arduino Nano. Setiap sistem minimum memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing seperti Arduino Nano merupakan yang terkecil dibandingkan dengan yang lain, Arduino Mega memiliki pin terbanyak dan Arduino Uno merupakan sistem minimum yang paling umum digunakan dan memiliki banyak sekali dokumentasi proyek, **tabel 2.1** menunjukkan spesifikasi Arduino Nano, Arduino Nano dan Arduino Uno. Berikut tampilan fisik dari sistem minimum Arduino Uno yang ditunjukkan pada **gambar 2.4**.

Tabel 2.1 Spesifikasi Sistem Minimum Jenis Arduino

| Spesifikasi | Arduino Uno | Arduino Nano | Arduino Mega |
|-----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| Mikrokontroler | ATMEGA328P | ATMEGA328P | ATMEGA2560 |
| Arsitektur | 8-bit | 8-bit | 8-bit |
| Dimensi | 68.6 mm × 53.3 mm | 43.18 mm × 18.54 mm | 101.52 mm × 53.3 mm |
| Tegangan masukan | 5V / 7-12V | 5V / 7-12V | 5V / 7-12V |
| Kecepatan CPU | 16 MHz | 16 MHz | 16 MHz |
| I/O Analog | 6/0 | 8/0 | 16/0 |
| I/O Digital / PWM | 14/6 | 14/6 | 54/15 |
| EEPROM / SRAM [kB] | 1/2 | 1/2 | 4/8 |
| Memori Flash | 32kB | 32kB | 256kB |
| USART | 1 | 1 | 1 |
| I2C | 2 | 1 | 2 |



Gambar 2.4 Tampilan Fisik Arduino Uno

Dengan memperhatikan kebutuhan penelitian ini, maka digunakan 2 buah sistem minimum Arduino Uno dikarenakan kebutuhan untuk pemrograman komponen modul AC Dimmer yang memerlukan satu buah sistem minimum terpisah, sedangkan Arduino Uno yang lain digunakan untuk membaca beberapa sensor digital, melakukan pengolahan logika fuzzy. Komunikasi yang digunakan

untuk kedua Arduino Uno ini menggunakan komunikasi I2C dikarenakan komunikasi I2C yaitu hanya memerlukan 2 saluran dan dapat melakukan komunikasi lebih dari 2 perangkat.

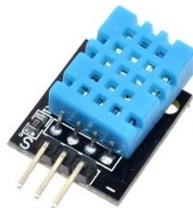
2.6 Sensor DHT 11

Suatu sistem kendali dibutuhkan timbal balik sebagai masukan sistem, penggunaan sensor pada suatu sistem kendali menentukan nilai aktual pada saat sistem berjalan. Pada penelitian ini dibutuhkan sensor yang dapat mengukur besaran suhu dan RH di dalam ruang pengering. Sensor DHT11 adalah salah satu sensor suhu dan RH dengan kemampuan membaca suhu 0-50°C dengan akurasi $\pm 2^\circ\text{C}$ dan mampu membaca RH 20-90%. Meskipun pada spesifikasi sensor tertulis hanya mampu membaca suhu 0-50°C namun pada pengujian di lapangan mampu membaca suhu sampai maksimal 60°C. DHT11 merupakan sensor dengan protokol komunikasi 1 bus atau OneWire atau hanya membutuhkan 1 pin dengan transmisi data 8-bit. Berikut spesifikasi sensor DHT11 yang ditunjukkan pada **tabel 2.2**. Tampilan fisik sensor DHT11 ditunjukkan pada **Gambar 2.5**.

Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor DHT11

| | |
|-------------------------------|--|
| Rentang pengukuran temperatur | 0 – 60°C |
| Akurasi pengukuran temperatur | $\pm 1^\circ\text{C}$ hingga 2°C |
| Rentang pengukuran kelembaban | 20% - 90% |
| Akurasi pengukuran kelembaban | $\pm 4\%$ hingga 5% |
| Tegangan operasi | 3,3V hingga 5V |
| Resolusi | 8bit |

| | |
|----------------|----------------|
| Waktu sampling | ≥ 1 detik |
|----------------|----------------|



Gambar 2.5 Tampilan Fisik Sensor DHT11

Penggunaan pemilihan komponen sensor DHT11 dikarenakan dirasa cukup untuk memenuhi pembacaan suhu dan RH pada penelitian ini yaitu membaca suhu pada rentang 50-60°C dan RH 20-30%.

2.7 Modul Light AC Dimmer

Modul AC light dimmer adalah dimmer buatan RobotDyn yang dapat dikendalikan oleh mikrokontroler seperti Arduino, Raspberry Pi dan sebagainya. Fitur *pin zero crossing detector* pada modul ini membuat mikrokontroler dapat mengetahui saat yang tepat untuk mengirim sinyal PWM. Spesifikasi dan tampilan fisik modul ini ditunjukkan pada **tabel 2.3** dan **gambar 2.6**.

Tabel 2.3 Spesifikasi Modul AC Dimmer

| | |
|------------------|-------------------------|
| Produsen | RobotDyn |
| Tipe TRIAC | Tri-Ad BTA16 |
| Arus AC Maksimal | Kontinyu max 2A, max 5A |
| Tegangan AC | 110V/220V |
| Frekuensi AC | 50/60 Hz |
| Pin Input | TTL Level 3.3V – 5V |
| Dimensi Modul | 63mm x 30mm x 30mm |



Gambar 2.8 Tampilan Fisik Elemen Pemanas Listrik Tipe U