

**PENGARUH EKSTRAK ROSELLA MERAH SEBAGAI PENGASAM
TERHADAP KADAR AIR, TOTAL BAHAN PADAT,
TOTAL ASAM, DAN DAYA MULUR
PADA KEJU MOZZARELLA**

SKRIPSI

Oleh

SADHEWA MAHARDIKA HARDIAN SYAHPUTRA



**PROGRAM STUDI S-1 TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2025**

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Susu adalah produk pangan yang kaya gizi dan dikenal sebagai sumber terbaik asam amino hewani (Hasria *et al.* 2019). Susu sapi mengandung berbagai nutrisi seperti protein, kalsium, vitamin A, B, dan D, asam amino, kalori, lemak, fosfor, iodium, seng, zat besi, tembaga, magnesium, vitamin E, serta tiamin (Putri, 2016). Namun, susu rentan rusak akibat pertumbuhan bakteri. Pengolahan dapat dilakukan untuk membuat susu lebih awet, salah satunya dengan mengubahnya menjadi keju. Di antara berbagai jenis keju, keju mozzarella menjadi salah satu yang diminati. Keju mozzarella diminati karena citarasanya yang nikmat dan teksturnya yang kenyal. Ketika dipanaskan, mozzarella mampu menghasilkan karakteristik benang-benang yang memberikan sensasi rasa berbeda dibandingkan jenis keju lainnya (Sameen *et al.* 2008).

Mozzarella adalah produk dari olahan susu sapi yang dibuat melalui proses pengasaman dan penambahan enzim renin untuk membentuk dadih. Penambahan asam dalam proses ini sangat penting untuk menggumpalkan protein kasein dengan enzim rennet dalam pembentukan dadih. Penghasilannya dapat dilakukan melalui pengasaman langsung, sehingga tidak perlu menunggu fermentasi oleh kultur starter bakteri untuk memproduksi asam laktat (Widarta *et al.* 2016). Dalam pengasaman langsung ini, tambahan bahan asam seperti asam sitrat digunakan untuk menurunkan pH susu secara cepat hingga mencapai kondisi optimal bagi

kerja enzim renin, sehingga mozzarella yang dihasilkan umumnya berwarna putih dan siap disantap tanpa pematangan lebih lanjut. Proses ini bisa dimodifikasi dengan menggunakan bahan pengasam alami sebagai alternatif, sambil tetap mempertahankan langkah krusial berupa pembentukan dadih. Rosella merah dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengasam alami dalam pembuatan mozzarella karena kandungan asam organik yang mampu mengganti peran asam asetat dalam pembentukan dadih dengan bantuan enzim rennet.

Rosella (*Hibiscus sabdariffa*) merupakan tanaman herbal dari keluarga *Malvaceae* yang berasal dari Afrika Barat. Tanaman ini bisa mencapai tinggi 2-3 meter dan memiliki daun berbentuk menjari serta bunga yang mencolok. Sebagian besar rosella dimanfaatkan sebagai tanaman hias, dan beberapa diyakini memiliki manfaat tertentu (Riwandy *et al.* 2014). Kelopak bunga rosella merah sering digunakan sebagai pewarna alami (Handarini, 2014). Kelopak bunga ini mengandung asam organik termasuk asam sitrat, asam malat, dan asam tartarat. Kandungan asam ini memberi rasa asam khas pada rosella. Dalam penelitian ini penggunaan ekstrak bunga rosella merah yang memiliki asam alami dapat dijadikan kajian sebagai asidulan dalam keju mozzarella.

Ekstrak bunga rosella merah sebagai pengasam akan mempengaruhi sifat keju mozzarella seperti total asam, kadar air, daya mulur, dan total bahan padat. Kadar air berpengaruh pada tekstur keju, di mana kadar air yang lebih tinggi menghasilkan tekstur yang lebih lunak. Total bahan padat mempengaruhi daya simpan dan intensitas rasa keju. Kandungan asam organik dalam rosella seperti, asam sitrat, malat, dan askorbat dapat meningkatkan keasaman produk susu

(Nugroho *et al.* 2018). Daya mulur merupakan parameter penting yang menentukan penerimaan konsumen.

Penelitian terdahulu oleh Nugroho *et al.* (2018) menunjukkan bunga rosella ungu dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengasam keju segar khususnya pada sifat fisiknya. Evaluasi serupa dapat dilakukan terhadap pengaruh ekstrak bunga rosella merah sebagai asidulan dalam pembuatan keju mozzarella untuk mengetahui potensi terbaik dalam mempengaruhi kadar air, total bahan padat, total asam, dan daya mulur sebagai parameter kualitas keju mozzarella. Karakteristik keju mozzarella yang diharapkan dari penelitian ini adalah rasanya yang sedikit asam, mulur saat dipanaskan, basah mengkilap, dan kenyal.

1.2 Tujuan dan Manfaat

Tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui adanya pengaruh ekstrak bunga rosella merah sebagai sebagai asidulan atau pengasam dari keju mozzarella terhadap parameter kadar air, total bahan padat, total asam, dan daya mulur. Manfaat dari penelitian ini yaitu memperoleh alternatif asidulan alami dari ekstrak bunga rosella merah yang dapat meningkatkan kualitas keju mozzarella dengan karakteristik fisikokimia yang optimal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Keju

Keju adalah salah satu hasil olahan susu yang telah lama dikenal masyarakat. Pembuatan keju bermula saat manusia menemukan bahwa susu yang difermentasi bisa menghasilkan bahan padat yang awet dan kaya gizi. Temuan ini kemudian berkembang dengan beragam metode dan variasi, sehingga kini terdapat ratusan jenis keju. Dari sisi kandungan gizi, keju merupakan sumber protein hewani yang baik serta kaya kalsium yang penting untuk kesehatan tulang. Kandungan gizi pada 100 g keju antara lain adalah 22,8 g protein, 25,5 g lemak, 0,4 mg zat besi, 0,06 mg vitamin B1, 155 RE vitamin A, dan 285 kal energi (Chairunnisa *et al.* 2021).

Keju adalah makanan yang dihasilkan dari susu dan memadat melalui proses koagulasi. Proses koagulasi ini melibatkan enzim rennet dan pengasam. Keju mengandung kasein, protein *whey*, lemak, laktosa, vitamin, air, dan mineral (Purwadi, 2019). Keju dibentuk dari penggumpalan kasein yang disebabkan oleh rennet dan asam sehingga menghasilkan *curd*. Salah satu keju yang diminati adalah keju mozzarella karena memiliki tekstur yang kenyal dan mulur saat dipanaskan.

2.2 Keju Mozzarella

Keju mozzarella adalah jenis keju lunak yang dibuat dari susu sapi dengan penambahan asam sitrat dan rennet. Proses pembuatannya menitikberatkan pada penggumpalan atau pembentukan dadih melalui penggunaan starter atau bahan

asam. Keju mengandung protein, lemak, dan karbohidrat dalam komposisinya. Selain itu, keju juga memiliki kadar air yang cukup tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian Winarsih dan Rosyidah (2022) yang menyatakan bahwa keju mozzarella memiliki kandungan protein 19,4%, lemak 21,6%, dan karbohidrat 2,20%. Selain itu, keju juga memiliki kandungan air yang tinggi, yaitu 54,1%. Standar kualitasnya meliputi kadar air 46 - 56%, total bahan padat minimal 48%, dan daya mulur > 7,65 cm.

Keju mozzarella memiliki ciri khas yaitu teksturnya yang lembut serta kemampuannya untuk meleleh saat dipanaskan. Keju mozzarella biasanya digunakan sebagai topping karena sifat lelehannya yang unik. Kemampuan meleleh ini memberikan tampilan visual yang menarik berupa lapisan keju yang merata dan mengkilap, serta memberikan sensasi di mulut yang *creamy* dan *stretchy* saat dimakan. Mozzarella memiliki tekstur elastis, lembut, dan berserat, dihasilkan dari proses penekanan, perendaman dalam air panas, serta penarikan (Sunarya *et al.* 2016).

2.3 Rosella Merah

Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) merupakan tanaman dari famili *Malvaceae* yang berasal dari Benua Afrika, khususnya wilayah Afrika Barat. Tanaman ini kini telah menyebar luas dan banyak dibudidayakan di berbagai negara Asia seperti Indonesia, Filipina, dan India (Hartutik *et al.* 2023). Kelopak bunga rosella memiliki kandungan nutrisi yang sangat kaya, dalam setiap 100 gram kelopak bunga rosella segar terkandung 260-280 mg vitamin C, vitamin B1, B2, vitamin D,

asam amino, omega-3, polisakarida, 486 mg kalsium, zat besi, serta berbagai jenis asam organik seperti asam malat dan asam sitrat. Kandungan nutrisi yang lengkap ini menjadikan rosella sebagai bahan baku yang potensial dalam industri pengolahan pangan.

Kandungan senyawa bioaktif dalam kelopak bunga rosella merah sangat beragam, meliputi antosianin, glukosida *hibisci*, dan *gossypetin*. Pigmen antosianin yang memberikan warna merah alami pada rosella berfungsi sebagai pewarna yang aman untuk berbagai produk pangan seperti dodol, selai, jeli, stik, sirup, es krim, dan minuman ekstrak buah. Rosella merah mengandung berbagai asam organik dalam konsentrasi tinggi, seperti asam sitrat, asam malat, asam askorbat, dan asam *hibiscus*, dengan kandungan asam total yang lebih tinggi dibandingkan varietas rosella lainnya (Sitanggang dan Dewi, 2022).

2.4 Kadar Air

Air merupakan elemen penting dalam bahan makanan yang sangat memengaruhi kualitas produk. Kadar air mengacu pada persentase air yang terdapat dalam suatu bahan, yang dapat diukur berdasarkan berat basah atau berat kering. Pengukuran kadar air umumnya dilakukan dengan metode oven, di mana air diuapkan melalui pemanasan bertahap sampai berat bahan menjadi konstan. Keberadaan air ini memiliki dampak yang kompleks pada karakteristik produk pangan. Dalam proses produksinya, jenis koagulan yang dipilih dapat secara signifikan mempengaruhi kadar air, persentase *whey*, dan hasil keju (Asmaq dan Lubis, 2019).

Kadar air memegang peranan dalam menentukan tekstur keju mozzarella. Semakin tinggi kadar air, tekstur keju akan cenderung lebih lembut. Untuk keju mozzarella, kadar air ideal berkisar antara 45% hingga 52%. Kadar air yang tepat sangat mempengaruhi kemampuan meleleh keju saat dipanaskan, tekstur dan kelembutan produk, serta umur simpan. Kandungan air yang tinggi pada keju menyebabkan keju lunak (Lanur *et al.* 2025). Pengurangan atau pengeluaran air sering dilakukan untuk meningkatkan kualitas serta memperpanjang umur simpan produk.

2.5 Total Bahan Padat

Total bahan padat mengacu pada keseluruhan zat padat yang terkandung dalam sampel pangan, dengan memuat udara. Unsur utama yang membentuknya diantaranya adalah protein, lemak, karbohidrat, mineral, dan vitamin yang berfungsi sebagai indikator kualitas untuk menunjukkan nilai gizi dalam suatu sampel. Dalam keju mozzarella, total bahan padat memainkan peran penting dalam menentukan kualitas dan sifat produk akhir. Komponen yang membentuk total bahan padat dalam keju mozzarella mencakup protein kasein, lemak susu, sisa laktosa, mineral, dan vitamin yang berasal dari bahan dasar susu sapi. Dadih keju mozzarella sendiri terdiri dari kultur bakteri *Lactobacillus lactis subsp. cremoris* dan *Streptococcus thermophilus*, garam, serta enzim rennet mikrobial dari *Aspergillus niger var. awamori* yang berperan dalam proses koagulasi. Proses pemisahan *curd* dari *whey* selama proses penirisan dan pemeraman sangat menentukan konsentrasi padatan dalam keju, di mana semakin efektif pemisahan

tersebut, semakin tinggi persentase total bahan padat yang diperoleh (Sari *et al.* 2014). Oleh karena itu, parameter total bahan padat menjadi salah satu ukuran mutu produk olahan susu.

2.6 Total Asam

Total asam mengacu pada jumlah keseluruhan asam yang ada dalam suatu sampel dan yang dapat dititrasi sampai titik akhir tertentu, ditandai dengan perubahan pH atau warna indikator. Konsep ini berbanding terbalik dengan nilai pH dan biasanya didasarkan pada asam yang paling dominan dalam bahan pangan, sehingga pengukuran total asam ditujukan untuk menentukan konsentrasi total asam, termasuk asam bebas dan terikat. Dalam pembuatan keju mozzarella, beberapa asam yang dapat digunakan dalam pengasaman langsung mencakup asam sitrat, asam cuka, dan asam askorbat yang berfungsi untuk menciptakan tekstur keju yang elastis dan mempercepat proses penggumpalan susu (Zaiudin, 2020).

2.7 Daya Mulur

Keju mozzarella terkenal karena kemampuannya meleleh dan meregang, menjadikannya pilihan populer untuk hidangan pizza dan pasta. Metode fork test umumnya digunakan industri untuk mengukur kemuluran keju, dengan cara memanggang keju dan menguji sejauh mana keju dapat memanjang sebelum putus. Proses pematangan juga mempengaruhi kemuluran keju. Kemuluran keju mozzarella terjadi akibat interaksi molekul kasein saat pemanasan. Ketika dipanaskan, molekul kasein melonggar, memungkinkan keju untuk diregang.

Sebaliknya jika ikatan kasein itu kuat maka akan menurunkan daya mulur keju mozzarella (Hakim *et al.* 2023). Peregangan terjadi selama proses pemisahan *curd* dan *whey*, yang mempengaruhi sifat elastis keju. Pengukuran kemuluran melibatkan dua parameter utama yaitu, jarak maksimum peregangan sebelum putus dan kekuatan yang dibutuhkan untuk mencapai peregangan tersebut. Perubahan suhu memainkan peran kunci dalam mengaktifkan sifat elastis keju mozzarella. Karakteristik unik ini membuat keju mozzarella diminati dalam berbagai kuliner, terutama hidangan yang memerlukan keju dengan kemampuan meleleh dan meregang optimal.

BAB III

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai April 2025 di Laboratorium Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, Semarang. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro dan Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro, Semarang.

3.1 Materi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan persiapan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan keju mozzarella. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah pengaduk, timbangan analitik Oshika-5002, termometer, oven kadar air, gelas beker, gelas ukur, erlenmeyer, kain saring, plastik wrap, *refrigerator*, dan penggaris. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah susu sapi segar yang diperah pagi hari dari Peternakan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, rennet cair yang dipasarkan oleh *Online Shop Cheese Journey Zaidaneam*, asam cuka merek Belibis, aquadest, indikator phenolftalein, air es, dan bunga rosella didapat dari Pasar Tradisional Rasamala, Banyumanik, Semarang.

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian ini meliputi rancangan percobaan, prosedur penelitian, pengujian parameter, dan analisis data.

3.2.1 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan sehingga didapatkan 20 unit percobaan meliputi parameter kadar air, total bahan padat, toatal asam, dan daya mulur. Pengamatan dengan pengulangan percobaan sebanyak 5 kali. Perlakuan yang ditetapkan yaitu ekstrak bunga rosella merah dengan asam asetat sebagai pengasam sebesar P0 (0%), P1 (4%), P2 (5%), P3 (6%) terhadap volume susu yang digunakan sejumlah 500 ml. Variasi perbandingan asam asetat dan ekstrak bunga rosella pada keju mozzarella dapat dilihat pada Tabel 1. Desain pengujian ekstrak bunga rosella merah pada keju mozzarella dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Variasi Perbandingan Asam Asetat dan Ekstrak Bunga Rosella Merah dalam 500 ml susu

Perlakuan	Asam asetat	Ekstrak Bunga Rosella Merah
P0	7 ml	0 ml
P1	0 ml	20 ml
P2	0 ml	25 ml
P3	0 ml	30 ml

Tabel 2. Desain Pengujian Ekstrak Bunga Rosella Merah pada Keju Mozarella

Ulangan (U)	Perlakuan variasi penambahan ekstrak bunga rosella			
	P0	P1	P2	P3
1	P0U1	P1U1	P2U1	P3U1
2	P0U2	P1U2	P2U2	P3U2
3	P0U3	P1U3	P2U3	P3U3
4	P0U4	P1U4	P2U4	P3U4
5	P0U5	P1U5	P2U5	P3U5

Keterangan :

P = Perlakuan (0,1,2,3,4)

P0 = Pengasam Asam Asetat 1,4 %

P1 = Pengasam Ekstrak Bunga Rosella Merah 4%

P2 = Pengasam Ekstrak Bunga Rosella Merah 5%

P3 = Pengasam Ekstrak Bunga Rosella Merah 6%

Model Linier Rancangan Percobaan yang digunakan adalah :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{iu}$$

Keterangan :

Y_{ij} = pengamatan keju mozarella yang memperoleh perlakuan variasi ekstrak bunga rosella merah dan asam asetat dengan perlakuan ke-i ($i = P0, P1, P2, P3$) dan ulangan ke-u ($u = 1, 2, 3, 4, 5$)

μ = Nilai tengah perlakuan

τ_i = pengaruh perlakuan perbedaan konsentrasi pengasam ke-i ($i = P0, P1, P2, P3$)

ϵ_{iu} = pengaruh acak atau perlakuan galat perlakuan ke-i ($i = P0, P1, P2, P3$) dan ulangan ke-u ($u = 1, 2, 3, 4, 5$)

Adapun hipotesis empirik dalam penelitian ini yaitu :

H0 : Tidak terdapat pengaruh perbedaan dari perlakuan ekstrak bunga rosella merah sebagai pengasam terhadap kadar air, total bahan padat, total asam, dan daya mulur pada keju mozzarella.

H1 : Sekurang – kurangnya terdapat pengaruh perbedaan dari perlakuan ekstrak bunga rosella merah sebagai pengasam terhadap kadar air, total bahan padat, total asam, dan daya mulur pada keju mozzarella.

Secara statistik, hipotesis empirik diatas dapat dijabarkan sebagai berikut.

H0 : $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

H1 : $\mu_0 \neq \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$ atau setidaknya ada satu perbedaan nilai tengah (μ)

Kriteria pengujian analisis statistik yang digunakan adalah sebagai berikut.

Signifikansi $> 0,05$, maka H0 diterima dan H1 ditolak

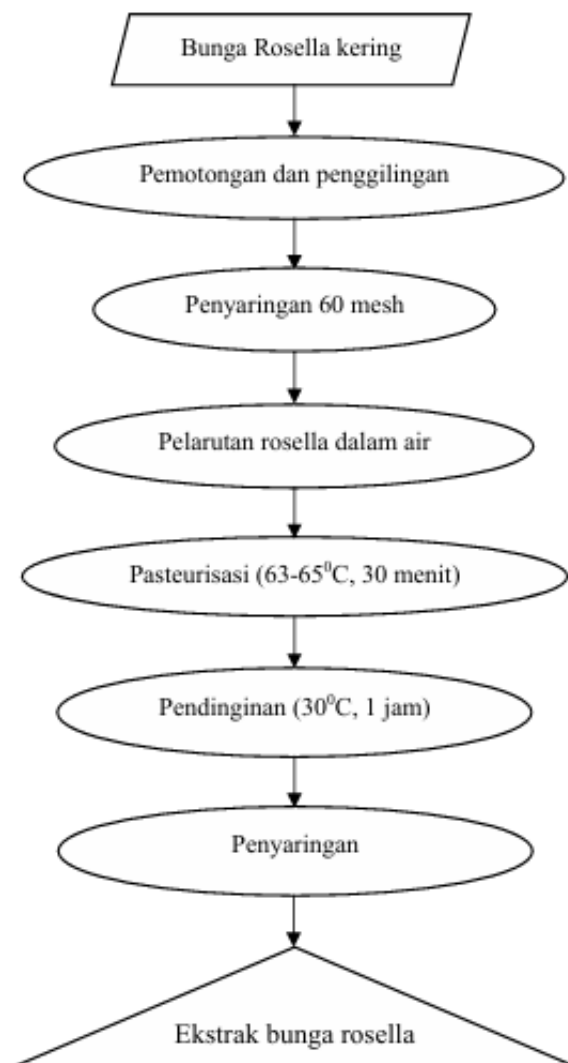
Signifikansi $\leq 0,05$, maka H0 ditolak dan H1 diterima

Kriteria penerimaan hipotesis yaitu jika $p \leq 0,05$, maka H1 diterima, jika $p > 0,05$ maka H0 diterima.

3.2.2 Prosedur Penelitian

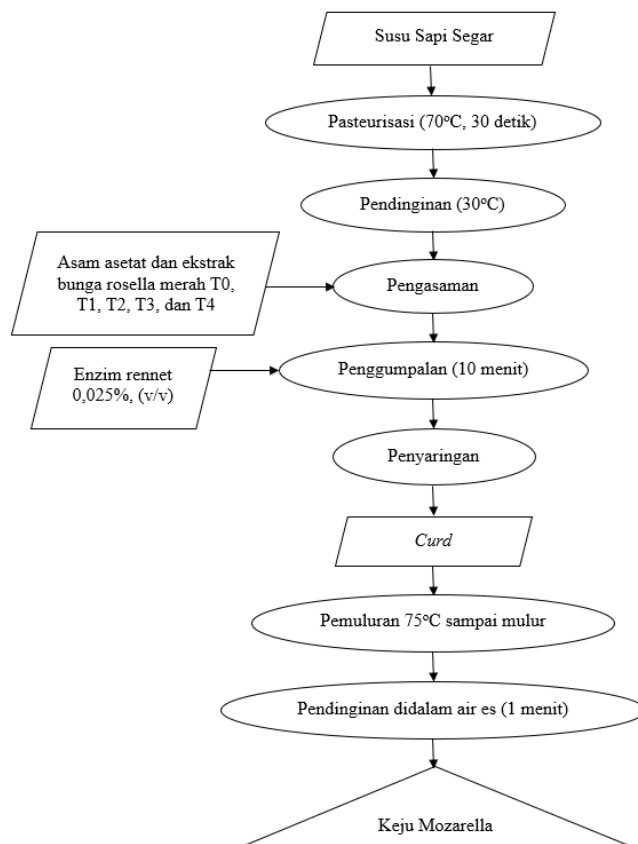
Prosedur penelitian dilakukan dengan pembuatan ekstrak bunga rosella merah dan pembuatan keju mozzarella yang kemudian ditambahkan ekstrak bunga rosella merah.

3.2.2.1 Pembuatan Ekstrak Bunga Rosella Merah. Pembuatan ekstrak bunga rosella merah mengacu pada penelitian Anggraeni *et al* (2017). Tahap pertama bunga rosella segar dikeringkan lalu dihaluskan sampai berbentuk serbuk, diayak dengan menggunakan ayakan 60 mesh. Serbuk bunga rosella dilarutkan dalam air dengan perbandingan 100 g : 300 ml dan dipasteurisasi pada suhu 63-65°C selama 30 menit. Larutan rosella kemudian disaring untuk diambil cairan ekstrak. Proses pembuatan ekstrak bunga rosella dapat dilihat pada Ilustrasi 1.



Ilustrasi 1. Diagram Alir Pembuatan Ekstrak Bunga Rosella Merah
(Anggraeni, 2017)

3.2.2.2 Pembuatan Keju Mozzarella. Prosedur pembuatan keju mozzarella mengikuti dari penelitian Hakim (2020) yang dimodifikasi. Tahap yang pertama yaitu susu dipasteurisasi pada suhu 70°C, kemudian didinginkan sampai suhu susu mencapai 35°C. Kemudian susu ditambahkan asam cuka dan ekstrak bunga rosella merah sesuai dengan variasi perlakuan konsentrasi, yaitu P0 (0%), P1 (4%), P2 (5%), dan P3 (6%), enzim rennet sebanyak 0,025% (v/v) dari volume susu setelah itu didiamkan selama 10 menit sampai *curd* terbentuk. Kemudian *curd* yang telah terbentuk dipotong seukuran dadu, lalu pisahkan *curd* dengan *whey* dengan cara disaring hingga terpisah. Dilakukan pemuluran (*stretching*) pada suhu 75–85°C lalu keju mozzarella yang sudah jadi ditempatkan pada air es selama 30 menit. Berikut diagram alir pembuatan keju mozzarella dapat dilihat pada Ilustrasi 2.



Ilustrasi 2. Diagram Alir Pembuatan Keju Mozzarella (Hakim, 2020)

3.2.3 Pengujian Parameter

Parameter yang diuji pada keju mozzarella adalah kadar air, total bahan padat, total asam dan daya mulur. Secara ringkas, uji parameter diuraikan sebagai berikut.

3.2.3.1 Kadar air. Analisis kadar air dilaksanakan mengikuti metode oven berdasarkan ISO 5534:2004. Metode ini menerapkan prinsip pengurangan bobot sampel setelah pemanasan dalam oven pada suhu 105°C. Prosedurnya diawali dengan mengeringkan cawan kosong dalam oven selama sekitar 15 menit. Cawan yang telah dipanaskan kemudian didinginkan dalam desikator sebelum ditimbang untuk mendapatkan berat cawan kosong. Langkah selanjutnya, sampel seberat 2 gram ditempatkan dalam cawan dan dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 6 jam. Setelah pemanasan, sampel didinginkan dalam desikator sebelum dilakukan penimbangan.

Perhitungan kadar air dapat dilakukan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{\text{berat B} - (\text{berat C} - \text{berat A})}{\text{Berat B}} \times 100$$

Keterangan:

Berat A = berat cawan porselin

Berat B = berat sampel awal

Berat C = berat sampel akhir

3.2.3.2 Total Bahan Padat. Pengujian total bahan padat dalam keju mozzarella mengacu pada ISO 5534:2004. Prosedur ini diawali dengan analisis kadar air pada sampel. Setelah diperoleh nilai kadar air pada sampel, kemudian dilakukan perhitungan total bahan padat.

Perhitungan total bahan padat dapat dilakukan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Total Bahan Padat (\%)} = 100\% - \text{Kadar Air}$$

3.2.3.3 Total Asam. Analisis kadar total asam dilaksanakan dengan mengacu pada AOAC 920.124. Tahapannya dimulai dengan menghaluskan 2,5 gram sampel keju menggunakan mortar. Sampel yang telah dihaluskan kemudian dipindahkan ke dalam labu ukur berkapasitas 25 ml dan ditambahkan aquades hingga mencapai garis batas. Setelah itu, sampel melewati proses penyaringan menggunakan kertas saring dan ditampung dalam gelas beker. Dari filtrat yang didapatkan, diambil sebanyak 25 ml dan ditambahkan indikator PP sebanyak 3 tetes. Proses titrasi dilakukan menggunakan larutan NaOH 0,1 N hingga terlihat perubahan warna menjadi merah muda yang stabil.

Perhitungan total asam dapat dilakukan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Total Asam (\%)} = \frac{(A \times B \times N \times (\text{faktor pengenceran}))}{C \times 1000} \times 100$$

Keterangan:

A = Volume NaOH

C = Berat Sampel (gram)

B = Berat Molekul (Asam Asetat)

N = Normalitas NaOH (N)

3.2.3.4 Daya Mulur. Pengujian daya mulur keju mozzarella dilakukan menggunakan metode pengukuran dengan penggaris seperti yang dijelaskan dalam penelitian Gusnilawati (2022). Proses pengujian dimulai dengan memanaskan sampel keju mozzarella dalam oven pada suhu 185°C dalam waktu 5 menit. Setelah pemanasan, sampel dikeluarkan dari oven dan diuji dengan cara meletakkan garpu di bagian tengah keju. Kemudian, keju ditarik secara vertikal dan panjang peregangan keju diukur menggunakan penggaris dengan satuan ukur centimeter.

3.2.4 Analisis Data

Data yang diperoleh dari seluruh pengujian dianalisis secara statistik menggunakan metode ANOVA (*Analysis of Variance*) dengan taraf signifikan 5%. Jika hasil analisis menunjukkan adanya pengaruh perlakuan yang signifikan, analisis dilanjutkan dengan uji DMRT (Duncan Multiple Range Test) untuk mengidentifikasi perbedaan di antara perlakuan yang diberikan. Proses analisis statistik ini dilaksanakan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 26.0 untuk sistem operasi *Windows*.