

**STUDI PENGARUH SUHU PEMASAKAN JAGUNG TERHADAP
KUALITAS EMPING JAGUNG MENGGUNAKAN TIPE ROTARY**

TUGAS AKHIR

Untuk Menengkapi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Satu (S-1) Pada Program
Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen Medan

Oleh:

ARJUNA SITUMORANG

NPM: 19320047



Sidang Meja Hijau Dilaksanakan Pada Hari Sabtu, Tanggal
28 Agustus 2024 dan Dinyatakan Lulus:

Penguji I

Richard A.M. Napitupulu, ST. MT
NIDN: 0126087301

Penguji II

Wilson Sebastian Nababan, ST. MT
NIDN: 0116099104

Pembimbing I

Ir. Ir. Parulian Siagian, ST. MT. CRM
NIDN: 020096805

Pembimbing II

Ir. Suriady Sihombing, MT
NIDN: 0130016401

Fakultas Teknik

Mekanik



Ir. Timbang Pangaribuan, MT
NIDN: 0121036402

Program Studi Teknik Mesin
Ketua

Ir. Suriady Sihombing, MT
NIDN: 0130016401

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman jagung (*Zea mays L.*) merupakan tanaman rumput-rumputan dan berbiji tunggal (monokotil). Jagung merupakan tanaman rumput kuat, sedikit berumpun dengan batang kasar dan tingginya berkisar 0,6-3 m. Tanaman jagung termasuk jenis tumbuhan musiman dengan umur \pm 3 bulan. Kedudukan taksonomi jagung adalah sebagai berikut, yaitu: Kingdom: Plantae, Divisi: *Spermatophyta*, Subdivisi: *Angiospermae*, Kelas: *Monocotyledone*, Ordo: *Graminae*, Famili: *Graminaceae*, Genus: *Zea*, dan Spesies: *Zea mays L.*

Jagung dapat diolah menjadi produk industri makan yang variatif, diantaranya jagung dapat diolah menjadi makanan kecil, dan lain-lain. Jagung juga dapat diproses menjadi bahan campuran pakan ternak, terkhusus pada unggas. Jagung merupakan komoditas yang sangat bermanfaat bagi masyarakat kawasan pertanian dan biasa petani menanam jagung untuk mengistirahatkan tanah setelah ditanam tanaman menjalar karena biasanya unsur hara di tanah masih tersedia dan bisa di manfaatkan oleh tanaman jagung.

Perkembangan teknologi semakin berkembang pesat, persaingan teknologi pun semakin banyak. Semakin meningkatnya daya beli masyarakat juga merupakan salah satu faktor yang menjadikan persaingan semakin menjadi. Hal ini mendorong ahli-ahli teknologi berlomba lomba untuk menghasilkan produk yang baru. Dengan adanya mesin emping jagung, industri makanan dapat meningkatkan produksi emping jagung secara massal, dan mempercepat waktu produksi. Mesin ini juga dapat membantu para produsen emping jagung untuk memenuhi permintaan pasar yang terus meningkat.

Secara garis besar, kegunaan jagung dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu bahan pangan, pakan ternak, dan bahan baku industri.

1. Bahan Pangan

Bagi sebagian besar masyarakat indonesia, jagung sudah menjadi konsumsi sehari-hari. Biasanya jagung dibuat dalam bentuk makanan

seperti bubur jagung, jagung campuran beras, dan banyak lagi makanan

tradisional yang berasal dari jagung (Peluang Investasi Agribisnis Jagung).

2. Bahan Pakan

Bagi sebagian besar peternak di Indonesia, jagung merupakan salah satu bahan campuran pakan ternak. Bahkan di beberapa pedesaan jagung digunakan sebagai bahan pakan utama. Biasanya jagung dicampur bersama bahan pakan lain seperti dedak, shourghm, hijauan, dan tepung ikan. Pakan berbahan jagung umumnya diberikan pada ternak ayam, itik, dan puyuh (Peluang Investasi Agribisnis Jagung).

3. Bahan Baku Industri

Di pasaran, banyak beredar produk olahan jagung. Produk olahan jagung tersebut umumnya berasal dari industri skala rumah tangga hingga industri besar.

Setelah dilakukan rancang bangun mesin emping jagung tipe rotary, maka penulis melakukan penelitian **“STUDI PENGARUH SUHU PEMASAKAN JAGUNG TERHADAP KUALITAS EMPING JAGUNG MENGGUNAKAN TIPE ROTARY”**

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Berapa suhu pemasakan jagung terhadap kualitas emping jagung menggunakan tipe rotary.
2. Bagaimana pengaruh kualitas emping jagung terhadap suhu pemasakan emping jagung menggunakan tipe rotary.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Pengukur suhu pada pemasakan emping jagung.
2. Temperatur yang dianalisis adalah 60°C, 80°C dan 100°C.
3. Motor bensin tipe CX160 dengan daya mesin yang menggunakan 5,5 hp.
4. Batas putaran yang digunakan 1300 rpm.

5. Jarak celah antara kedua roller adalah 1 mm.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang dan rumusan masalah diatas, maka yang menjadi tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh kualitas variasi temperatur 60°C, 80°C dan 100°C.
2. Mengetahui kualitas terbaik emping jagung setelah dilakukannya penelitian pada mesin emping jagung.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari Skripsi/Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

a. Bagi Mahasiswa

- 1) Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar strata satu (S1) Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen Medan.
- 2) Menambah pengetahuan tentang pengaruh suhu dalam pemasakan emping jagung pada Mesin Emping Jagung.
- 3) Mahasiswa dapat menerapkan ilmu yang diperoleh selama Kuliah khususnya pada mata kuliah Termodinamika I.

b. Bagi Perguruan Tinggi

- 1) Dapat memberikan informasi tentang perkembangan teknologi khususnya Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen Medan.
- 2) Sebagai bahan kajian kuliah Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen Medan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Emping Jagung

Secara umum, emping adalah produk olahan pangan dari bahan berpati yang digencet atau dipipihkan menjadi lempengan dengan bentuk tertentu (biasanya bulat), dikeringkan, dan digoreng renyah. Emping ini dapat ditambahkan bumbu-bumbu sesuai selera, misalnya asin, pedas, gurih, manis, ditambahkan irisan daun bawang, atau ditambah bumbu lainnya. Bahan-bahan yang biasa diolah menjadi emping adalah melinjo, singkong/ubi kayu, garut, dan jagung.



Gambar 2.1. Emping jagung

Untuk mendapatkan emping jagung yang baik dan cukup lebar, dalam proses pembuatan emping jagung mutlak dibutuhkan biji jagung yang utuh dan besar-besar. Biji jagung yang kecil akan menghasilkan emping jagung yang kecil-kecil pula dan terkesan seperti hancuran atau “remukan”. Selain itu, dalam proses pembuatannya terutama setelah jagung dipipihkan, harus dihindari pula pemindahan bahan sekecil mungkin. Pemindahan emping jagung (basah dan kering) yang sering dilakukan akan meningkatkan prosentasi hancuran. Jadi sekali lagi dalam proses pembuatan emping jagung ini sangat membutuhkan penanganan yang ekstra hati-hati, karena produk yang dihadapi relatif tipis dan mudah hancur.

Dalam proses pembuatan emping jagung, mula-mula dipilih jagung yang bersih dan kondisinya baik, terutama bebas dari serangan jamur. Setelah dibersihkan dari kotoran dan dicuci, jagung direbus dengan ditambahkan kapur 2-4 % dari berat jagung selama sekitar 1 jam. Proses Niktamalisasi atau perebusan dengan kapur tersebut dimaksudkan untuk menghancurkan kulit ari (kulit tipis terbuat dari bahan selulosa yang menyelimuti biji jagung), sehingga memudahkan penetrasi air dan panas kedalam biji jagung.

Proses niktamalisasi tersebut dianggap cukup apabila biji jagung ketika dipegang jari tangan terasa licin dan kulit ari hancur atau rusak. Setelah dicuci bersih, biji jagung direndam air bersih semalam. Perendaman ini dimaksudkan untuk memberikan kesempatan penetrasi air kedalam biji jagung, sehingga memudahkan proses pengukusan. Selanjutnya dilakukan pengukusan sekitar 1 jam. Indikator bahwa pengukusan dianggap cukup apabila pati dalam aleuron (kantung pati) telah tepat tergelatinisasi seluruhnya. Usahakan tingkat gelatinisasinya tidak berlebihan, sebab gelatinisasi yang berlebihan atau jagung terlalu matang menyebabkan biji jagung hancur ketika dipipihkan. Setelah matang, jagung kukus yang masih dalam keadaan panas langsung dipipihkan atau digencet dengan mesin rol pemipih. Agar jagung tidak lengket, paling baik roll pemipih terbuat dari jenis plastik (misal pralon PVC dengan diameter cukup besar sekitar 6-8 inchi yang didalamnya diisi cor semen sehingga berat dan mampu menggencet jagung).

Dengan rol pemipih ini yang jumlahnya 2 buah dan berputar berlawanan arah, maka biji jagung akan tergencet berbentuk pipih dengan ketebalan sekitar 1 mm (ketebalan ini dapat diatur sesuai kebutuhan). Biji jagung yang tergencet ini akan berjatuh ke bawah dan ditampung dalam rigen bambu atau wadah penampung lainnya. Agar tidak rusak atau hancur, sebaiknya tidak dilakukan pemindahan jagung yang sudah dipipihkan ini. Oleh karena itu, supaya jagung pipih dapat tertampung dalam wadah secara merata, maka perlu didesain sedemikian rupa, misalnya wadah penampungnya diusahakan bisa bergerak mengikuti jatuhnya biji jagung yang tergencet. Setelah jerigen atau wadah cukup penuh, selanjutnya jagung gencet dijemur dibawah terik matahari sampai kering. Dalam keadaan cuaca baik, biasanya pengeringan emping jagung hanya membutuhkan 1 -2 hari saja. Sebelum disimpan atau digoreng, emping jagung kering perlu disortasi ukurannya, yaitu untuk memisahkan ukuran emping jagung yang besar dengan yang berukuran kecil atau "remukan" dan lembaga. Cara sortasi ini dilakukan dengan diayak.

Apabila digoreng, emping jagung mentah ini akan mekar atau mengembang menjadi sekitar 2 kali lipatnya. Hal ini karena kandungan amilosa jagung cukup tinggi dan ketebalan emping cukup tipis (sekitar 1 mm). Namun demikian harus

diwaspadai bahwa dibalik kerenyahan emping jagung ini menuntut perlakuan khusus dan hati-hati, karena emping jagung sangat riskan untuk mudah hancur. Untuk itu paling baik kalau emping jagung dikemas dalam plastik yang berisi udara/oksigen, sehingga kemasan plastik yang mengembang dapat melindunginya dari kerusakan fisik yaitu hancur atau "remuk".

Penggorengan emping jagung biasanya dilakukan pada suhu minyak goreng sekitar 170°C selama beberapa detik. Pada suhu tersebut emping jagung mampu mekar dengan cepat. Untuk mendapatkan citarasa yang enak, biasanya penambahan bumbu (biasanya larutan garam dan bawang putih) ditambahkan pada saat penggorengan berlangsung dan sebelum emping jagung diangkat dari penggorengan. Caranya, pada saat emping jagung sudah dimasukkan dan sudah mekar, kemudian ditambahkan kedalam minyak panas sejumlah larutan bumbu dengan takaran tertentu (supaya bumbu terasa pas dan tidak terlalu asin). Setelah diaduk merata, kemudian emping jagung diangkat dan ditiriskan. Karena air pelarut bumbu teruapkan dengan cepat oleh minyak panas dan partikel bumbu seperti garam tidak larut minyak goreng, maka partikel-partikel bumbu tersebut akan menempel pada emping jagung yang digoreng.

Jagung yang biasa digunakan adalah jenis p21 yang memiliki kualitas bagus, biji jagung sebelum menjadi emping yang renyah terlebih dahulu diolah melalui beberapa proses mulai dari pencucian, pengukusan, perebusan, penjemuran, penggilingan dan yang terakhir adalah penggorengan.

Karakteristik emping jagung:

1. Tekstur : Keras.
2. Rasa : Tawar.
3. Kenampakan : Warna seragam.
4. Aroma : Khas jagung.
5. Warna : Kuning oranye.
6. Bentuk : Pipih.
7. Kadar air : 7-8%.

2.2 Proses Pembuatan Emping Jagung

Tahapan proses pembuatan emping jagung adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan bahan, pilihlah jagung yang sudah tua dan memiliki kualitas

yang baik. Jagung tidak berpenyakit dan memiliki butiran jagung yang benar-benar bagus.

2. Proses pemipil jagung, proses pemipil jagung artinya memisahkan biji-biji jagung dari tongkolnya. Proses ini bisa dilakukan secara manual dengan tangan, maupun dengan menggunakan alat atau mesin.
3. Perebusan dengan kapur, proses selanjutnya biji jagung direbus sekitar 1 jam dalam air mendidih yang sudah ditambahkan kapur. Jumlah kapur yang digunakan dalam perebusan adalah 2-4% dari berat jagung yang direbus. Perebusan dengan kapur atau niksamalisasi ini bertujuan untuk menghancurkan kulit ari yang menyelimuti biji jagung.
4. Proses perendaman biji jagung yang sudah direbus kemudian dicuci hingga bersih. Pastikan juga tidak ada bau kapur yang tertinggal. Selanjutnya biji jagung direndam dengan air bersih selama semalaman.
5. Pengukusan jagung, proses selanjutnya biji jagung harus dikukus selama sekitar 1 jam. Proses ini membuat biji jagung mengalami gelatinisasi, namun pastikan agar jagung tidak terlalu matang. Apabila tingkat gelatinisasinya berlebihan, hal ini akan membuat jagung mudah hancur saat akan dipipihkan.
6. Proses mengemping, proses selanjutnya adalah mengemping atau memipihkan biji jagung yang sudah dikukus. Proses ini harus segera dilakukan ketika biji jagung masih dalam keadaan panas dan lunak, sehingga biji jagung akan lebih mudah dipipihkan. DIV-Teknik Perancangan dan Konstruksi Mesin.
7. Pengeringan dan penyortiran, jagung yang sudah pipih kemudian dikeringkan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari. Proses penjemuran ini membutuhkan waktu sekitar 1- 2 hari. Agar pengeringan merata, pastikan juga biji-biji jagung pipih ditaruh di wadah yang rata dan lebar. Menurut Nurjanah, dan Widyasanti (2018) pada penelitiannya, menyatakan bahwa emping jagung yang bagus sebelum proses penggorengan mempunyai kadar air maksimal 7,53%.
8. Penggorengan emping mentah yang sudah kering bisa langsung digoreng. Saat menggoreng sebaiknya tidak terlalu sering diaduk agar emping tidak

hancur. Proses penggorengan ini tidak membutuhkan waktu lama karena emping ini mudah sekali mengembang dan matang. Dalam suhu 170°C , penggorengan hanya memerlukan waktu beberapa detik saja.

9. Penambahan bumbu, penambahan bumbu juga sangat dianjurkan agar emping yang dihasilkan memiliki cita rasa yang lebih gurih dan lezat. Bumbu ini sendiri bisa langsung ditambahkan ketika emping sedang dalam proses penggorengan.

2.3 Proses Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah proses perpindahan energi yang terjadi antar benda material sebagai akibat dari perbedaan suhu atau temperatur. Termodinamika menjelaskan bahwa energi yang ditransferkan pada proses perpindahan panas dapat didefinisikan sebagai panas atau kalor. Perpindahan panas tidak hanya menjelaskan proses energi panas dapat ditransfer, tetapi juga untuk memprediksi laju perpindahan panas yang akan berlangsung dalam kondisi tertentu.

Perpindahan panas adalah suatu perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan suhu. Konsep perpindahan energi sebagai panas adalah energi akan berpindah dari suhu yang lebih tinggi menuju suhu yang lebih rendah dan akan berhenti apabila kedua sistem telah mencapai kesetimbangan panas. mekanisme perpindahan panas terbagi menjadi 3 jenis yaitu: konduksi, radiasi dan konveksi.

2.3.1 Perpindahan Panas Konveksi

Perpindahan Panas secara Konveksi Proses mentransfer kalor merupakan pergerakan molekul dari satu tempat ke tempat yang lain serta melibatkan pergerakan molekul dalam jarak yang besar disebut dengan perpindahan panas secara konveksi.

Konveksi adalah mode perpindahan panas oleh gerakan massa fluida. Konveksi adalah perpindahan panas yang terjadi antara permukaan dan fluida yang bergerak ketika mereka pada suhu yang berbeda. Perpindahan panas konveksi terjadi ketika suhu permukaan berbeda dari fluida sekitarnya. Perpindahan panas konveksi tergantung pada konduksi dari permukaan padat ke fluida yang berdekatan dan pergerakan fluida di sepanjang permukaan atau

menjauh darinya.

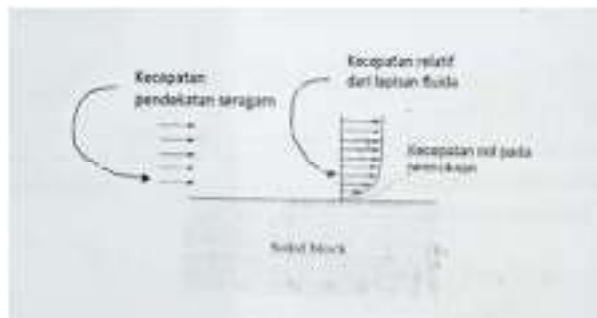
$$q_{conv} = h (T_s - T_\infty)(W/m^2) \dots\dots\dots (\text{Literatur 4, Hal 57})$$

$$Q_{conv} = h A(T_s - T_\infty)(W) \dots\dots\dots (\text{Literatur 4, Hal 57})$$

Dari persamaan (2) diatas atau disebut juga persamaa pendinginan Newton dapat dikembangkan lagi menjadi:

$$h = \frac{Q}{A(T_s - T_\infty)} \dots\dots\dots (\text{Literatur 4, Hal 57})$$

Dimana identitas h disini adalah koefisien perpindahan panas konveksi dari permukaan benda dengan satuan $W/m^2 \text{ } ^\circ C$. Dengan catatan bahwa parameter h ini bukan sebagai koefisien seperti dalam kasus konduksi yaitu tergantung dari jenis fisik material yang dipakai. Namun koefisien konveksi disini artinya bukan sifat fisik dari benda itu sendiri, namun koefisien nya bisa berbeda jika bentuk aliran fluidanya berbeda biarpun bahan permukaan benda dan fluida kerjanya sama.



Gambar 2.2. Fluida yang mengalir di atas permukaan yang diam berhenti sepenuhnya dipermukaan karena kondisi tanpa-selip

Koefisien perpindahan panas konveksi h dapat diartikan sebagai laju perpindahan panas antara permukaan padat dan fluida per satuan luas permukaan per unit perbedaan suhu. Anda tidak boleh tertipu oleh penampilan sederhana dari hubungan ini, karena koefisien perpindahan panas konveksi h tergantung pada beberapa variabel yang disebutkan, dan karenanya sulit untuk ditentukan. Ketika fluida dipaksa untuk mengalir diatas permukaan padat yang tidak keropos (misalnya, tidak tembus terhadap fluida), diamati bahwa fluida yang bergerak berhenti total dipermukaan dan mengasumsikan kecepatan nol. Artinya, lapisan fluida yang bersentuhan langsung dengan permukaan padat ”menempel” kepermukaan yang tidak ada selip, (situasi ini disebut no slip condition) dan ini disebabkan oleh viskositas fluida.

Konsekuensi dari kondisi tanpa-selip adalah bahwa semua profil kecepatan

harus memiliki nilai nol pada titik-titik kontak antara fluida dan padatan. Fenomena serupa terjadi untuk suhu. Ketika dua benda pada suhu yang berbeda dibawa kontak, perpindahan panas terjadi sampai kedua benda menganggap suhu yang sama pada titik kontak. Oleh karena itu, cairan dan permukaan padat akan memiliki suhu yang sama pada titik kontak. Ini dikenal sebagai kondisi tanpa suhu lompat. Implikasi dari kondisi tanpa-selip dan tanpa-suhu adalah bahwa perpindahan panas dari permukaan padat ke lapisan fluida yang berdekatan dengan permukaan adalah dengan konduksi murni, karena lapisan fluida tidak bergerak, dan dapat dinyatakan sebagai persamaan konduksi:

$$q_{konv} = q_{kond} = -k_{fluid} \frac{\partial T}{\partial y} \Big|_{y=0} \dots\dots\dots (\text{Literatur 4, Hal 59})$$

$$q_{kond} = -k_{fluid} \frac{\partial T}{\partial y} \Big|_{y=0} \dots\dots\dots (\text{Literatur 4, Hal 59})$$

Dimana k_{fluid} adalah koefisien konduksi dari fluida kerjanya $\frac{\partial T}{\partial y} \Big|_{y=0}$ adalah perubahan temperatur terhadap perubahan jarak pada permukaan atau gradient temperatur.

Perhatikan bahwa perpindahan panas konveksi dari permukaan padat ke fluida hanyalah perpindahan panas konduksi dari permukaan padat ke lapisan fluida yang berdekatan dengan permukaan. Oleh karena itu, kita dapat menyamakan persamaan 1 dan 2 untuk mendapatkan fluks panas yaitu:

$$H = \frac{-k_{fluid} \left(\frac{\partial T}{\partial y} \right)_{y=0}}{T_s - T_\infty} (W/m^2 \cdot ^\circ C) \dots\dots\dots (\text{Literatur 4, Hal 59})$$

Untuk menentukan koefisien perpindahan panas konveksi ketika distribusi suhu dalam fluida diketahui.

Koefisien perpindahan panas konveksi, secara umum bervariasi di sepanjang arah aliran (atau x-). Koefisien perpindahan panas konveksi rata-rata atau rata-rata untuk suatu permukaan dalam kasus seperti itu ditentukan dengan rata-rata koefisien perpindahan panas konveksi lokal diseluruh permukaan.

Dari persamaan (6) koefisien konveksi tergantung pada k_{fluid} koefisien konduksi fluida yang digunakan dan distribusi temperatur fluida sekitar

$$\text{permukaan} \frac{\partial T}{\partial y}$$

$y=0$

s
e
r
t
a
p
o
l
a
a
l
i
r
a
n
d
i
s
e
k
i
t
a
r
p
e
r
m
u
k
a
a
n
.

Jadi dapat disimpulkan untuk mengetahui koefisien konveksi pada permukaan perpindahan panas maka distribusi temperatur dan distribusi kecepatan

pada daerah permukaan harus diketahui. Distribusi temperatur itu adalah molekul-molekul fluida pada daerah-daerah yang ditentukan, sementara distribusi kecepatan adalah kecepatan molekul-molekul fluida pada daerah yang ditentukan.

2.3.2 Perpindahan Panas Konduksi

Perpindahan panas konduksi adalah perpindahan panas melalui eksitasi molekuler dalam suatu bahan tanpa gerakan massal materi tersebut. Perpindahan panas konduksi terutama terjadi pada padatan atau media stasioner seperti fluida diam. Misalnya, perpindahan panas dalam benda padat disebabkan oleh kombinasi getaran kisi molekul dan transpor energi oleh elektron bebas, sedangkan dalam gas dan cairan disebabkan oleh tumbukan dan difusi molekul.

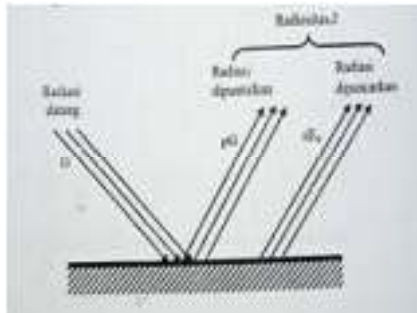
2.3.3 Perpindahan Panas Radiasi

Perpindahan panas radiasi adalah energi yang dipancarkan materi dalam bentuk foton atau gelombang elektromagnetik. Perpindahan panas dari material dengan suhu tinggi ke material dengan suhu yang lebih rendah, ketika material tidak dalam fisik langsung kontak satu sama lain atau ketika mereka terpisah di ruang angkasa, disebut radiasi panas. Radiasi bisa menjadi penting bahkan dalam situasi di mana ada media perantara. Contohnya adalah perpindahan kalor yang terjadi antara makhluk hidup dengan sekitarnya.

Analisis perpindahan panas radiasi pada permukaan tertutup yang berwarna hitam relative mudah diselesaikan. Tetapi jika permukaan tidak hitam, maka penyelesaiannya menjadi rumit, kecuali jika menggunakan asumsi untuk mempermudah analisis. Beberapa asumsi yang digunakan antara lain: permukaan bersifat tidak tembus pandang (opaque), difuse, dan abu-abu serta temperatur permukaan bersifat seragam.

A. Radiositas (Radiosity)

Radiositas adalah total energy radiasi yang meninggalkan suatu permukaan persatuan waktu persatuan luas seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Radiositas pada sebuah permukaan

Untuk permukaan i yang diasumsikan abu-abu tidak transparan ($\varepsilon = \alpha$ dan $\alpha + \rho = 1$), radiositas dapat dituliskan sebagai berikut:

$$j_i = \varepsilon_i E_i + (1 - \varepsilon_i) G_i \dots\dots\dots \text{.. (Literatur 4, Hal 96)}$$

Dimana $E_{bi} = \sigma T_i^4$ adalah daya emisi benda hitam permukaan i .

Persamaan (7) dapat dimodifikasi untuk mendapatkan persamaan Radiasi yang sampai ke permukaan i :

$$G_i = \frac{\varepsilon_i E_{bi}}{1 - \varepsilon_i} \dots\dots\dots \text{(Literatur 4, Hal 97)}$$

Laju perpindahan panas total dari sebuah permukaan didefinisikan dengan radiositas yang meninggalkan permukaan I dikurangi dengan radiasi yang sampai ke permukaan tersebut. Dirumuskan dengan

$$\dot{Q}_i = A_i J_i - A_i G_i \dots\dots\dots \text{(Literatur 4, Hal 97)}$$

Substitusi persamaan G_i dari persamaan (8) ke persamaan (9) akan memberikan:

$$\dot{Q}_i = \frac{A_i \varepsilon_i}{1 - \varepsilon_i} (E_{bi} - G_i) \dots\dots\dots \text{(Literatur 4, Hal 97)}$$

Persamaan ini dapat disusun dengan membentuk sistem tahanan termal

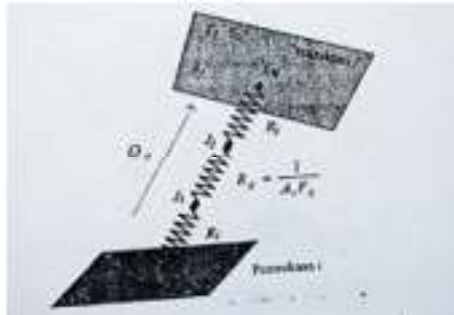
$$\dot{Q}_i = \frac{E_{bi} - G_i}{R_i} \dots\dots\dots \text{(Literatur 4, Hal 97)}$$

Dimana R_i adalah tahanan termal radiasi akibat warna permukaan, yang dirumuskan:

$$R = \frac{1 - \varepsilon_i}{\varepsilon_i} \dots\dots\dots \text{(Literatur 4, Hal 97)}$$

$$i \quad A_i s_i$$

Analogi ini dapat digambarkan pada gambar 2.4. berikut.



Gambar 2.4. Radiasi dari sebuah permukaan

Laju perpindahan panas radiasi antara dua permukaan i dan permukaan j didefinisikan dengan radiasi dari permukaan i yang menuju permukaan j dikurangi dengan radiasi yang meninggalkan permukaan j yang menuju permukaan i. Defenisi ini dapat dirumuskan dengan persamaan berikut:

$$\dot{Q}_{i \rightarrow j} = A_i F_{ij} (J_i - J_j) \dots \dots \dots (\text{Literatur 4, Hal 98})$$

Karena sifat timbal balik *view factor* $A_i F_{ij} = A_j F_{ji}$, maka persamaan ini dapat ditulis:

$$\dot{Q}_{i \rightarrow j} = A_i F_{ij} (J_i - J_j) \dots \dots \dots (\text{Literatur 4, Hal 98})$$

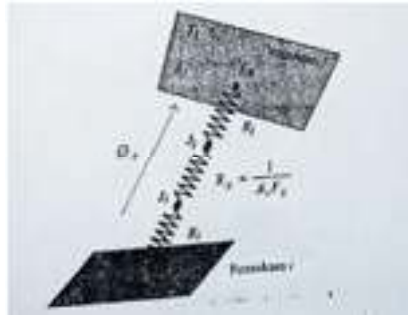
Persamaan ini dapat diubah dalam bentuk analogi tahanan termal radiasi:

$$\dot{Q}_{i \rightarrow j} = \frac{J_i - J_j}{R_{i \rightarrow j}} \dots \dots \dots (\text{Literatur 4, Hal 98})$$

Dimana R_{ij} adalah tahanan termal radiasi antara permukaan i dan permukaan j, yang dirumuskan dengan:

$$R_{ij} = \frac{1}{A_i F_{ij}} \dots \dots \dots (\text{Literatur 4, Hal 98})$$

Sistem tahanan termal antara dua permukaan ini ditampilkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. Analogi tahanan termal radiasi antara dua permukaan (Himsar)

Pada gambar dapat dilihat bahwa tahanan termal radiasi antara dua permukaan benda tidak hitam, tergantung kepada radiositas kedua permukaan (J_i dan J_j). Karena susunan tahanan tersebut adalah seri, maka laju perpindahan panas dapat dituliskan dengan persamaan:

$$\dot{Q}_{ij} = \frac{E_{bi} - E_{bj}}{\frac{1-s_i}{A_i F_{ij}} + \frac{1-s_j}{A_j s_j}} \dots\dots\dots \text{(Literatur 4, Hal 99)}$$

Atau jika emisi permukaan hitam dijabarkan, menjadi:

$$\dot{Q}_{ij} = \frac{\sigma(T_i^4 - T_j^4)}{\frac{1-s_i}{A_i s_i} + \frac{1-s_j}{A_j s_j} + \frac{1}{A_i F_{ij}}} \dots\dots\dots \text{(Literatur 4, Hal 99)}$$

$$\dot{Q}_{12} = \frac{\sigma(T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1-s_1}{A_1 s_1} + \frac{1-s_2}{A_2 s_2} + \frac{1}{A_1 F_{12}}} \dots\dots\dots \text{(Literatur 4, Hal 99)}$$

Berdasarkan persamaan ini, untuk kasus-kasus khusus radiasi antara dua permukaan dapat dirumuskan.

2.4 Proses Perpindahan Panas Emping Jagung

Perpindahan panas (*heat transfer*) dapat didefinisikan sebagai berpindahnya energi dari suatu daerah ke daerah lainnya sebagai akibat dari perbedaan suhu antara daerah-daerah tersebut. Bahasan dalam ilmu perpindahan panas tidak hanya berkisar pada bagaimana energi panas tersebut berpindah dari satu benda ke benda lainnya, tetapi juga dapat menjelaskan dan meramalkan tentang laju perpindahan yang terjadi pada kondisikondisi tertentu. Fenomena perpindahan panas dari suatu

benda ke benda lainnya banyak terdapat dalam dunia industri proses, baik itu industri pertanian (bahan pangan) ataupun industri non pangan.

Pada kebanyakan proses, diperlukan pemasukan dan pengeluaran panas. Hal ini bertujuan untuk mencapai dan mempertahankan keadaan yang dibutuhkan sewaktu proses berlangsung. Kondisi pertama adalah mencapai keadaan yang Perpindahan Panas dan Massa Pada Penyangraian dan Penggorengan Bahan Pangan 6 dibutuhkan untuk proses, misalnya bila proses tersebut harus berlangsung pada suhu tertentu, dan suhu ini harus dicapai dengan jalan memasukkan atau mengeluarkan panas. Kondisi kedua adalah mempertahankan keadaan yang dibutuhkan untuk operasi proses).

Konveksi sendiri didefinisikan sebagai perpindahan panas yang disertai dengan perpindahan massa atau molekul zat yang dipanaskan. Konveksi terjadi karena adanya perbedaan kecepatan fluida bila suhunya berbeda, yang tentunya akan berakibat pada perbedaan berat jenis (berat tiap satuan volume). Pada proses konveksi, perpindahan panas disertai dengan perpindahan massa medianya, dan media konveksi adalah fluida. Perpindahan panas konveksi juga merupakan perpindahan panas antara suatu permukaan padat dan suatu fluida. Umumnya konveksi hanya terjadi pada zat cair ataupun gas (fluida). Menurut Holman (2010), besarnya laju aliran panas konveksi dapat dihitung dengan persamaan pendinginan Newton sebagai berikut:

$$q = h A (T_w - T_\infty) \dots\dots\dots \text{(Literatur 3, Hal 39)}$$

dimana:

q = laju aliran panas (Watt)

h = koefisien perpindahan panas konveksi (W/m^2C)

A = luas penampang perpindahan panas (m^2)

$T_w - T_\infty$ = perbedaan suhu antara suhu permukaan yang dipanasi dengan suhu fluida dilokasi yang ditentukan ($^{\circ}C$).

Persamaan 20 mendefinisikan tahanan panas terhadap konveksi. Koefisien perpindahan panas permukaan (h) bukanlah suatu sifat zat, akan tetapi menyatakan besarnya laju perpindahan panas di daerah dekat pada permukaan tersebut. Nilai koefisien perpindahan panas konveksi (h) beberapa sistem dapat diperoleh dengan cara perhitungan analitis, atau dengan sebuah percobaan untuk menentukan nilai h pada situasi yang rumit. Koefisien perpindahan panas konveksi biasanya juga disebut sebagai konduktans film (film conductance). Hal

ini dikarenakan hubungannya dengan proses konduksi pada lapisan fluida diam yang tipis pada permukaan dinding (Holman, 2010).

Perpindahan panas konveksi sangat bergantung pada viskositas fluida dan sifat-sifat termal fluida tersebut. Sifat-sifat termal yang dimaksud adalah konduktivitas panas, densitas, dan kalor spesifik. Ketergantungan pada viskositas fluida ini disebabkan karena viskositas sangat mempengaruhi profil kecepatan, yang pada akhirnya juga akan mempengaruhi laju perpindahan energi pada dinding. Fluida yang bersuhu tinggi akan mempunyai berat jenis yang lebih kecil bila dibandingkan dengan fluida sejenisnya yang bersuhu lebih rendah. Oleh karena itu, fluida yang bersuhu tinggi akan naik sambil membawa energi. Hal inilah yang berakibat pada terjadinya perpindahan kalor konveksi. Konveksi adalah proses transfer energi dengan kerja gabungan dari konduksi panas, penyimpanan energi dan gerakan mencampur. Konveksi sangat penting sebagai mekanisme perpindahan energi antara permukaan benda padat dan cairan atau gas.

2.5 Kualitas Emping Jagung

Beberapa hal yang harus diperhatikan untuk menentukan kualitas emping jagung :

1. Warna

Warna merupakan komponen yang sangat penting untuk menentukan kualitas atau derajat penerimaan suatu bahan pangan. Suatu bahan pangan meskipun dinilai enak dan teksturnya sangat baik, tetapi memiliki warna yang tidak menarik atau memberi kesan telah menyimpang dari warna yang seharusnya, maka seharusnya tidak akan dikonsumsi. Penentuan mutu suatu bahan pangan pada umumnya tergantung pada warna, karena warna tampil terlebih dahulu (Winarno, 2002).

2. Aroma

Faktor aroma juga menjadi faktor penentu daya terima panelis karena suatu produk meskipun memiliki warna atau ciri visual yang baik namun aromanya sudah tidak khas dan menarik akan mempengaruhi ketertarikan panelis.

3. Rasa

Rasa adalah salah satu faktor yang dinilai panelis. Rasa banyak melibatkan indera perasa. Rasa yang enak menarik perhatian sehingga konsumen lebih cenderung menyukai makanan dan rasanya. Cita rasa dari bahan pangan sesungguhnya terdiri dari tiga komponen yaitu bau, rasa dan rangsangan mulut (*Sumber : Rampengan dkk, 1985*).

4. Tekstur

Tekstur memiliki pengaruh penting terhadap produk misalnya dari tingkat kerenyahan tipe permukaan kekerasan dan sebagainya. Panelis cenderung lebih menyukai tekstur yang renyah dan menarik. Panelis akan memberi skor yang lebih rendah terhadap skor emping yang teksturnya kurang renyah. Tekstur merupakan sensasi tekanan yang dapat diamati dengan mulut (pada waktu digigit, dikunyah, dan ditelan) ataupun perabaan dengan jari (Kartika, dkk., 1988).

2.6 Cara Kerja Mesin Tipe Rotary

Mesin rotary atau mesin wankel adalah mesin yang menghasilkan energi atau pembakaran dari gerakan berputar. Pembakaran tersebut dihasilkan dari piston berbentuk segitiga yang berputar pada rotor yang digerakkan sumbu. Untuk menunjang gerakan tersebut, putaran piston segitiga itu dibantu oleh kompresi atau tekanan

Cara kerja dari mesin wankel lebih sederhana dibanding dengan mesin piston namun tidak berbeda dengan langkah sama seperti 4 tak yaitu, hisap, kompresi, usaha, dan buang. Pada mesin wankel atau rotary dalam satu langkah putaran penuh poros engkol akan menghasilkan 1 langkah kerja yang terdiri langkah hisap, kompresi, pembakaran, dan buang. Berikut ini penjelasan masing-masing kerja mesin rotary yang terbagi menjadi 4 langkah, sebagai berikut:

1. Langkah hisap, pada tahapan ini terjadi masuk bahan bakar dan udara ke ruang bakar melalui saluran masuk (*intake*).
2. Kompresi, pada proses ini bahan bakar dan udara ke ruang bakar dimampatkan (dikompresi).
3. Langkah kerja (pembakaran), pada proses dimana campuran bahan bakar dan udara yang sudah dikompresi ini kemudian dibakar melalui percikan

bunga api dari busi (*combustion*) sehingga menghasilkan daya ledak dan tenaga mesin.

4. Langkah buang, langkah buang merupakan proses pembuangan sisa pembakaran dengan kerja akibat ledakan bahan bahan bakar pada langkah *combustion* mengakibatkan rotor berbentuk segitiga tersebut akan berputar dan sekaligus membuang gas sisa hasil pembakaran melalui saluran pembuangan (*exhaust*).

Pada mesin rotary, semua proses tersebut terjadi hampir bersamaan. Pada saat salah satu sisi rotor mengalami proses hisap, maka sisi rotor lainnya sedang melakukan langkah kerja, dan sisi rotor lainnya mulai melakukan langkah buang.

BAB III

METODOLOGI PERCOBAAAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2024, yang bertempat di Laboratorium Proses Produksi, Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen Medan.

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

No	Jenis kegiatan	Februari	Maret	April	Mei	Juni
1	Pengajuan Judul					
2	Penyusunan Proposal					
3	Penelitian					
4	Analisis dan Pengolahan Data					
5	Penyusunan Laporan					
6	Sidang					

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Mesin Pembuat Emping Jagung



Gambar 3.1 Mesin emping jagung

Mesin Pembuat Emping Jagung adalah mesin untuk membuat emping jagung atau alat untuk memipihkan rebusan jagung yang nantinya akan dibuat menjadi emping jagung. Sistem kerja mesin ini sederhana, prinsip kerjanya dengan menggunakan dua buah rolling yang berputar berlawanan. Yang mana efeknya memberikan gencetan pada jagung secara sempurna. Besar kecilnya lebar genjetan dapat diatur, sehingga ketebalan emping jagung dapat diatur. Secara sistem proses caranya adalah dengan menggodok jagung terlebih dahulu dengan ditambah dengan kapur. Kapur ini berfungsi untuk mempermudah jagung menjadi lebih cepat lembut. Setelahnya baru kemudian dimasukkan ke dalam alat peengemping jagung menggunakan roll press pipa. Mesin Pembuat emping jagung ini, bisa juga digunakan untuk mengemping jengkol ataupun emping singkong. Intinya adalah untuk memipihkan apapun sesuai kekuatan alat press ini. Sehingga mesin ini bisa multifungsi. Secara umum, mesin pembuat emping jagung ada beberapa, antara lain mesin pemipih emping jagung, mesin pengering minyak emping jagung dan dandang perebus jagung.

1. Motor Penggerak (Motor Bensin)

Motor bensin adalah sebuah tipe mesin pembakaran dalam yang menggunakan busi untuk proses pembakaran, dirancang untuk menggunakan bahan bakar bensin atau yang sejenis. Mesin pengupas yang digunakan adalah mesin penggerak bensin general CX160 dengan:



Gambar 3.2 Mesin penggerak/motor bensin

Spesifikasi:

- Merek : General
- Tipe : CX160
- Daya (HP) : 5.5 HP
- Tipe Mesin : 1 Silinder Berpendingin Udara, 4 Tak, OHV
- Volume Silinder : 163cc
- Bore x Stroke : 68 x 45 mm
- Torsi Maximum : 10.3 Nm / 2500rpm
- Kapasitas Tangki : 3.6 Liter
- Kapasitas Oli : 0.6 Liter
- Sistem Ignition : T.M.I
- Bahan Bakar : Bensin Murni
- Air Cleaner : Semi Dry
- Sistem Starter : Ditarik
- Made In : China

2. Tachometer

Sebuah alat pengujian yang dirancang untuk mengukur kecepatan rotasi dari sebuah objek, seperti alat pengukur dalam sebuah mobil yang mengukur putaran per menit (RPM) dari poros engkol mesin.



Gambar 3.3 Tachometer

3. Termometer *Infrared*

Termometer *infrared* adalah termometer yang menyimpulkan suhu dari sebagian radiasi termal yang dipancarkan oleh objek yang diukur. Termometer ini juga disebut termometer laser karena menggunakan laser untuk membantu mengarahkan termometer, serta termometer non kontak atau termometer pistol untuk menggambarkan kemampuan perangkat ini untuk mengukur suhu jarak dari jarak jauh. Dengan mengetahui jumlah energi *infrared* yang dipancarkan oleh objek emisivitasnya, suhu suatu objek dapat diketahui dalam kisaran tertentu dari suhu aktualnya. Termometer *infrared* merupakan bagian dari perangkat yang dikenal sebagai “termometer radiasi termal”.



Gambar 3.4 Termometer *Infrared*

4. Pengukur Waktu Digital

Pengukur waktu adalah alat yang digunakan untuk mengukur lamanya yang diperlukan dalam kegiatan, misalnya : berapa lama masa pengukuran temperatur pada penelitian ini.



Gambar 3.5 Pengukur waktu digital

3.2.2 Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini yaitu jagung yang berkualitas baik.



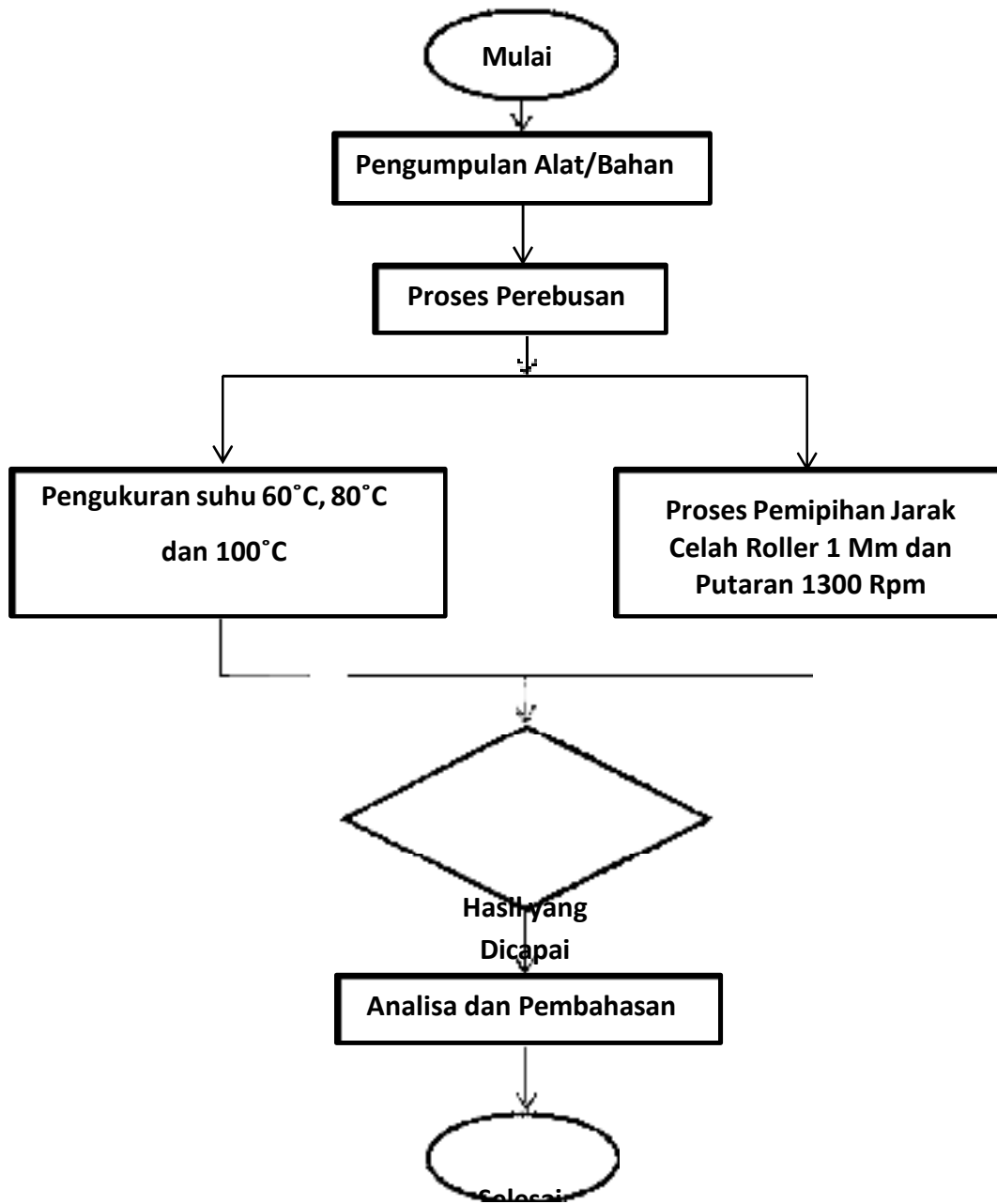
Gambar 3.6 Jagung

3.3 Komponen Alat Emping Jagung

Bagian-bagian dari komponen alat emping jagung sebagai berikut :

- Rangka, berfungsi sebagai penyanggah beban alat dan sebagai kaki untuk berdirinya alat.
- Ruang pemipilan, berfungsi sebagai tempat bahan jagung tongkol dapat dipipil, yang terletak di antara silider pemipil dan silinder penahan.
- Poros, sebagai sumbu putar antara silinder pemipil dan silinder penahan. Silinder pemipil, berfungsi untuk memipil jagung terpisah dari tongkolnya.
- Silinder penahan, berfungsi sebagai penahan jagung untuk mempermudah pemipilan dan sebagai celah keluarnya hasil pipilan.

3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.7 Diagram alir penelitian

