

3. PERANCANGAN FORMULASI DAN PRODUKSI MAKANAN RINGAN EKSTRUDAT JAGUNG

3.1. Rancangan Formulasi Makanan Ringan Ekstrudat Jagung

3.1.1. Pemilihan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan makanan ringan ekstrudat jagung ini adalah jagung, minyak sayur, dan perasa. Jagung yang dipilih adalah jagung lokal, pemilihan jagung lokal ini untuk meningkatkan daya jual produk pangan lokal dan mengolahnya menjadi produk yang digemari di masyarakat. Jagung atau (*Zea mays* L.) memiliki produksi yang relatif cepat yaitu 60-75 hari tergantung dari jenis dan cuaca saat itu (Iskandar, 2006). Proses pemanenan jagung tidak boleh terlalu tua karena rasa manis alami dari jagung dapat berkurang dan kualitas dari jagung juga akan mengalami penurunan karena bijinya akan mengeras karena sebagian gula diubah menjadi pati (Surtinah, 2008). Harga jagung rata-rata secara nasional pada bulan Maret 2021 sebesar Rp 4.002 dan April Rp. 4.333 per kilogram (jpn news, 2021).

Sementara untuk pemanenan yang terlalu cepat menghasilkan jagung yang bijinya masih lunak. Pemanenan jagung ini berdampak pada hasil akhir jagung segar ataupun jagung olahan sehingga perlu adanya waktu pemanenan yang baik agar diperoleh jagung dengan kualitas terbaik. Dengan cara pemupukan, baik organik maupun anorganik. Dosis, cara dan waktu pemberian pupuk pada tanaman yang tepat juga disertai dengan pengolahan tanah yang baik dapat membantu meningkatkan ketersediaan unsur hara yang diperlukan tanaman sehingga dapat membantu pertumbuhan jagung. Indikator utama kualitas jagung dapat ditentukan dengan kemanisannya ditentukan dari kandungan gula (Pradipta, Puji, & Guritno, 2014).

Umur panen jagung kurang lebih adalah 86-96 hari setelah masa tanam. Jagung sudah dapat dipanen jika klobot sudah mengering dan berwarna coklat muda, biji mengkilap, dan bila ditekan dengan kuku tidak membekas (warisno, 1998 dalam Rhodes, Burhan, & Purwandari, 2013). Dalam pertanian produksi jagung mengalami penurunan jumlah produksi atau penurunan kualitas karena adanya gulma pada tanaman jagung tersebut (Nursaripah, Ruminta, & Wahyudin, 2016). Gula yang ada ini akan bersaing untuk mendapatkan unsur hara, air, cahaya dan ruang

tumbuh sehingga pohon jagung tidak dapat tumbuh secara optimal sehingga menurunkan hasil 20-80% (Bilman, 2011 dalam Nursaripah, S. A. 2016).

Proses lanjutan seperti ekstrusi membuat jagung memiliki nilai jual yang lebih tinggi yang dapat digunakan sebagai penghasilan lain warga yang diminati oleh kebanyakan anak-anak. Selain itu makanan ringan dari jagung memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi, selain sebagai sumber karbohidrat, jagung juga merupakan sumber protein yang penting. Jagung juga kaya akan komponen pangan fungsional, termasuk serat pangan yang dibutuhkan tubuh, asam lemak esensial, isoflavon, mineral (Ca, Mg, K, Na, P, Ca dan Fe), antosianin, beta karoten (provitamin A), komposisi asam amino esensial, dan lainnya. Selain itu kemampuan jagung untuk gelatinisasi yang baik yang dapat membuat produk jagung mengembang dengan sempurna dan dari jagung telah diperoleh warna alami yaitu putih kekuningan (Subri & Amin, 2017)

Bahan selanjutnya adalah minyak. Minyak yang dipilih adalah minyak nabati atau minyak sayur jenis minyak jagung karena merupakan minyak nabati yang mengandung vitamin E dan jumlah lemak jenuh yang relatif rendah sehingga cocok untuk digunakan dan dapat untuk mengurangi resiko kolesterol tinggi, diabetes, dan penyakit jantung. Penggunaannya sebagai perekat karena kandungan lemak dalam minyak membantu flavor seasoning menjadi tahan lebih lama di mulut. Komponen utama minyak goreng adalah trigliserida yang terdiri dari asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. Jika kandungan asam lemak jenuh lebih besar dari asam lemak tak jenuh, maka mutu minyak goreng dikatakan kurang baik (Sitepoe 2008). Asam lemak tak jenuh bisa menjadi asam lemak jenuh oleh proses pemanasan atau penggorengan (Tomskaya et al. 2008 dalam Kaltum & Firdaussi, 2016).

Jenis minyak nabati lainnya adalah minyak VCO tersusun atas beberapa jenis asam lemak dengan komposisi terbesar adalah asam laurat sekitar 46-48% (Marina et al. 2009). Asam laurat merupakan molekul rantai pendek ($C_{12}H_{24}O_2$), sehingga perubahan sudut polarisasinya kecil. Minyak zaitun memiliki kandungan asam lemak tak jenuh yang sangat besar yakni sekitar 86% (Kaltum & Firdaussi, 2016), sehingga perubahan sudut polarisasinya kecil. Perubahan sudut polarisasi berbanding terbalik dengan asam lemak tak jenuh dan molekul rantai pendek. Minyak sawit memiliki kandungan asam lemak jenuh tinggi sekitar 51% (Kaltum & Firdaussi, 2016),

sehingga perubahan sudut polarisasi besar. Jumlah asam lemak tak jenuh pada minyak kedelai lebih besar dari asam lemak jenuh dengan komposisi terbesar (lebih dari 50%) adalah asam linoleat (Jokic et al. 2013 dalam Kaltum & Firdausi, 2016). Namun, asam linoleat memiliki sifat sangat mudah teroksidasi, sehingga mudah menghasilkan senyawa peroksida dan meningkatkan perubahan sudut polarisasi. Perubahan sudut polarisasi sebanding dengan asam lemak jenuh dan senyawa peroksida.

Penambahan flavor pada bahan pangan akan memberikan sensasi akibat adanya senyawa baik volatil maupun non-volatil. Perbedaan komponen volatil dan non-volatil adalah komponen yang memberikan sensasi aroma, memberikan kesan awal, dan menguap dengan cepat. Komponen non volatil memberikan sensasi pada rasa, yaitu manis, pahit, asam, dan asin, tidak memberikan sensasi aroma tapi menjadi media untuk komponen volatil, dan membantu menahan penguapan komponen volatil..

Perasa yang dipilih adalah perasa jagung bakar karena memiliki banyak peminat di pasaran, selain itu karena jagung bakar sudah cukup dikenal oleh masyarakat. Penambahan bumbu / perasa jagung bakar ini dapat meningkatkan nilai kesukaan panelis terhadap produk ekstrudat jagung ini (Nasir & Harijono, 2018) selain itu flavor jagung bakar ini dapat berfungsi sebagai stimulan dalam pemenuhan kebutuhan manusia terhadap suatu rasa yang dapat meningkatkan kesenangan dan kenikmatan. Penambahan flavor dalam produk makanan ringan ekstrudat jagung ini menjadi penting karena dalam proses produksi rasa jagung yang didapatkan mengalami penurunan sehingga perlu adanya penambahan flavor (Lisa Norisza Sjahwil, Nuri Andarwulan, 2014).

3.1.2. Hasil Percobaan Pendahuluan umum

Berdasarkan referensi makanan ringan ekstrudat jagung memiliki kandungan warna dan kadar lemak jagung yang normal yang tertera pada Standar Nasional Indonesia No. 2886 Tahun 2015. Atribut bau dan rasa sudah tercantum di dalam (Badan Standar Nasional, 2015), akan tetapi dinyatakan secara kualitatif yaitu normal. Atribut bau dan rasa keadaannya harus normal maksudnya dapat diterima masyarakat secara normal, hal ini sangat deskriptif dan relatif karena itu adalah penilaian secara organoleptik menggunakan panca indra. Saat pengujian sebelum

dipasarkan, makanan ringan ekstrudat harusnya telah diuji oleh panelis terlatih, sehingga lebih baik bila atribut mutu untuk bau dan rasa dapat dinilai dengan angka secara kuantitatif, sehingga dapat dideskripsikan lebih jelas tidak hanya tercantum secara kualitatif. Namun dikarenakan percobaan pendahuluan ini dilakukan menggunakan bahan baku yang berbeda sehingga pengujian atribut bau dan rasa dilakukan langsung oleh penulis (Oktavia, 2007).

Atribut mutu kadar lemak di dalam (Badan Standar Nasional, 2015) terbagi menjadi 2 yaitu dengan dan tanpa penggorengan. SNI menetapkan atribut mutu untuk kadar lemak makanan ringan ekstrudat sangat tinggi untuk mencegah oksidasi dan ketengikan pada produk pangan. Kadar lemak tanpa proses penggorengan maksimal adalah 30% b/b dan kadar lemak dengan proses penggorengan 38% b/b (Oktavia, 2007).

Flavor bubuk yang digunakan adalah rasa jagung bakar, untuk mengetahui rasa jagung bakar yang tepat maka dilakukan percobaan pendahuluan yaitu dengan 2 takaran yaitu 1 gram dan 2 gram. Maka dilakukan percobaan kesetimbangan rasa dengan menggunakan formulasi 1 dan 2.

3.1.3. Hasil Percobaan Pendahuluan : Formulasi minyak dan perasa

Pada percobaan ini dilakukan untuk mendapatkan bahan baku pembuatan makanan ringan yakni jagung, minyak, dan perasa. Tugas Akhir ini juga tidak dapat dilakukan percobaan menggunakan mesin ekstrusi double screw sehingga perlu adanya asumsi menggunakan makaroni kering yang digoreng untuk memperoleh jumlah minyak yang digunakan untuk *coating* produk.

Produk makanan ringan ekstrudat jagung ini menggunakan tepung jagung. Pemilihan tepung jagung karena mesin ekstrusi yang digunakan dapat mengolah raw material dari bentuk tepung – granula. Pemilihan jagung (*Zea mays L.*) sebagai bahan ekstrusi karena kandungan patinya yang lebih tinggi dibandingkan beras sehingga akan lebih mudah mengembang saat tergelatinisasi (Salahudin & Syamsixman, 2010).

Lemak atau minyak yang terdapat pada bahan baku ekstrusi dapat menyebabkan granula pati tertutupi oleh lemak / minyak sehingga akan menghambat masukkan air kedalam granula

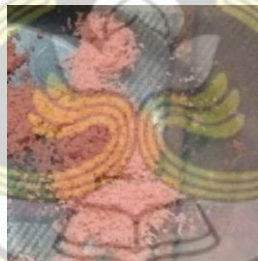
sehingga gelatinisasi yang terjadi juga akan rendah sehingga pengembangannya juga kecil (Oktavia, 2007).

Dilakukan percobaan dengan formulasi ke-1 dan ke-2 yang berbeda adalah jumlah flavor bubuk yang digunakan yaitu 2 gram dan 1 gram. Formulasi 1 yaitu flavor bubuknya sejumlah 2 gram yang menghasilkan karakteristik produk seperti dibawah ini :

Karakteristik fisik formulasi makanan ringan dapat dilihat pada tabel dan gambar di bawah ini

Tabel 3. 1 Karakteristik Fisik Formulasi ke-1

Parameter	Karakteristik Fisik
Warna	Oranye
Rasa	Jagung Bakar (<i>over</i>)
Aroma	Jagung Bakar
Tekstur	Renyah
Visual	Bubuk perasa menempel di sekeliling makanan ringan (makaroni), banyak bubuk perasa yang menggumpal dan tertinggal pada wadah



Gambar 3. 1. Bubuk perasa yang tertinggal Formulasi ke-1

Dari data di atas dapat dilihat bahwa parameter fisik yang dilihat ini menggunakan panca indra. Karakteristik makanan ringan ekstrudat formulasi 1 ini memberikan warna oranye, dengan rasa dan aroma jagung bakar yang berlebihan, memiliki tekstur yang renyah, namun flavor bubuk dirasa berlebihan sehingga banyak yang menempel pada dinding kemasan dan banyak yang menggumpal akibat terlalu banyak jumlahnya dan sifat dari flavor bubuk yang higroskopik. Kemudian dilakukan perbaikan formulasi yaitu flavor bubuk dikurangi menjadi 1 gram yang menghasilkan karakteristik produk seperti dibawah ini :

Karakteristik fisik formulasi makanan ringan dapat dilihat pada tabel dan gambar di bawah ini .

Tabel 3. 2 Karakteristik Fisik Formulasi ke-2

Parameter	Karakteristik Fisik
Warna	Oranye
Rasa	Jagung Bakar
Aroma	Jagung Bakar
Tekstur	Renyah
Visual	Bubuk perasa menempel di sekeliling makanan ringan (makaroni), tidak ada bubuk perasa yang menggumpal



Gambar 3. 2. Bubuk perasa yang tertinggal Formulasi ke-2

Dari data di atas dapat dilihat bahwa parameter fisik yang dilihat ini menggunakan panca indra. Karakteristik makanan ringan ekstrudat formulasi ke-2 ini merupakan perbaikan dari formulasi ke-1 yang dirasa kurang optimal. Dari data ini memberikan warna oranye, dengan rasa dan aroma jagung bakar yang normal, memiliki tekstur yang renyah, dan flavor bubuk normal, sehingga dapat disimpulkan bahwa formulasi ke-2 lebih baik dan dapat digunakan pada tahap selanjutnya.

Percobaan ini dilakukan di rumah menggunakan makaroni kering yang digoreng yang diasumsikan sebagai makanan ringan ekstrudat, selain itu percobaan ini tidak dilakukan pengujian fisikokimia pada hasil formulasi ke-1 dan ke-2. Namun dilakukan pengujian sensori untuk menentukan penerimaan konsumen yang diperoleh hasil formulasi ke-2 lebih dapat diterima. Adapun formulasi yang didapatkan dilakukan perhitungan untuk memperoleh formulasi makanan ringan skala laboratorium yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. 3 Formulasi ke-1 Skala Trial

Bahan	m/m (%)	Formulasi 59,72 gram
Makaroni	83,72	50
Flavor bubuk	1,67	1
Minyak	14,60	8,72

Dari data formulasi ke-1 di atas dapat dilihat bahwa bahan yang digunakan terdapat 3 yaitu makaroni yang diasumsikan sebagai ekstrudat, flavor bubuk, dan minyak. Formulasi yang digunakan yaitu 50 gram makaroni kering, flavor bubuk rasa jagung bakar 1 gram, dan minyak sebanyak 8,72 gram dengan jumlah massa dalam formulasi adalah 59,72 gram. Dari data tersebut juga dapat diketahui bahwa nilai persentase massa/massanya adalah dengan rumus seperti di bawah ini :

$$m/m(\%) = \frac{\text{Massa bahan}}{\text{Total massa bahan atau total massa produk}} \times 100\%$$

Dalam percobaan pendahuluan sebelumnya dinyatakan bahwa formulasi ke-1 dirasa masih kurang optimal sehingga dilakukan perbaikan pada formulasi ke-2 dengan jumlah massa seperti pada yang tertera di tabel di atas.

3.1.4. Rancangan Formulasi Skala *Pilot plant*

Pada Tugas Akhir ini, formulasi hasil percobaan pendahuluan skala laboratorium dioptimalisasi pada beberapa aspek. Pertama, bahan baku yang digunakan berbeda sehingga dilakukan asumsi ekstrudat menjadi makaroni. Kedua, selama proses produksi skala *pilot plant* tidak ada proses penggorengan yang ada adalah proses pengovenan.

Tabel 3. 4. Formulasi ke-2 Skala *Pilot plant*

Bahan	% m/m	Masa bahan (250kg)
Jagung	83,72 %	209,3
Flavor Bubuk	1,67%	4,176
Minyak	14,60 %	36,5

Dari data di atas dapat dilihat bahwa massa bahan seluruhnya diasumsikan 100% penggunaan seperti pada tabel di atas. Perhitungan untuk massa bahan 250kg diperoleh dari Kapasitas mesin maksimal 100%. Kapasitas mesin ekstrusi adalah 250kg/jam sehingga massa maksimal yang diproduksi 250kg esktrudat.

3.2. Rancangan Produk Makanan Ringan Ekstrudat Jagung

Dalam perancangan produk makanan ringan ekstrudat jagung ini sudah sesuai dengan standar yang ada pada Lampiran 5. Makanan ringan ini akan memiliki karakteristik fisik hampir seperti pada hasil percobaan pendahuluan, karena akan terdapat beberapa hal yang dilakukan dalam percobaan pendahuluan tapi tidak dilakukan pada saat di *pilot plant* dikarenakan optimalisasi proses produksi. Produk makanan ringan ekstrudat jagung ini akan dikemas dalam kemasan alumunium foil dengan berat isi 75 gram. Atribut rasa dari makanan ini adalah gurih manis karena memiliki rasa jagung bakar dan beraroma jagung bakar juga. Yang berbeda adalah bentuk die dari mesin yang akan digunakan sehingga produk akhir yang akan dihasilkan akan berbeda dengan produk ekstrudat yang ada dipasaran. Indikator produk mengalami penurunan kualitas adalah tidak renyah dan tengik yang disebabkan reaksi antara minyak dengan oksigen, sehingga perlu dihilangkan oksigen dan diganti dengan nitrogen atau menghilangkan minyak atau dapat menambahkan antioksidan pada minyak. Selain itu saat membeli produk ekstrudat akan mendapatkan nitrogen yang cukup banyak sehingga plastik akan mengembang hal ini sebagai pelindung produk agar tidak rusak selama penyimpanan dan pendistribusian. Pemilihan kemasan alumunium foil ini selain dapat melindungi produk dari paparan sinar matahari langsung juga dapat meningkatkan nilai jual dan mengurangi kerugian produsen jika produk mengalami kerusakan selama proses pendistribusiannya.

3.3. Rancangan Produksi Makanan Ringan Ekstrudat Jagung

3.3.1. Hasil Trial

Trial ini dilakukan di rumah penulis, dilakukan trial ini bertujuan untuk memperoleh massa bahan yang akan digunakan dalam skala kecil. Bahan yang digunakan untuk trial ini adalah makaroni, minyak, dan bubuk perasa. Dalam percobaan ini digunakan makaroni sebagai ganti dari ekstrudat karena makaroni kering terbuat dari tepung terigu dan air, kemudian dalam proses trial ini makaroni kering akan digoreng menggunakan sejumlah minyak yang akan dihitung massanya sebagai massa minyak yang digunakan sebagai perekat dalam proses flavoring. Kemudian dilakukan percobaan flavoring menggunakan beberapa bubuk perasa dan dipilih bubuk perasa mana yang paling diminati. Fokus utama pada Tugas Akhir ini adalah perancangan mesin, proses produksi, dan denah tata letaknya. Pada skala trial, rancangan proses disesuaikan

dengan keterbatasan alat. Oleh karena itu, hanya terdapat 2 tahapan proses yaitu penggorengan dan pembumbuan.

Hal ini tentunya berbeda dengan proses yang dilakukan di industri, Pembuatan dan proses pembumbuan skala trial ini dilakukan menggunakan peralatan sederhana di rumah yaitu kompor, wajan, penyaring, serok, dan timbangan sementara pada skala *pilot plant* prosesnya meliputi ekstrusi, pemanggangan, flavoring, dan pengemasan menggunakan mesin dengan kapasitas $\pm 250\text{kg}$.

Dalam percobaan ini diperoleh 2 formulasi yang berbeda adalah jumlah flavor yang digunakan yaitu 1 gram dan 2 gram. Perbedaan jumlah flavor yang digunakan ini memberikan hasil yang cukup tinggi karena sisa flavor yang tidak menempel pada produk banyak. Dari percobaan ini diketahui juga bahwa bubuk perasa tidak tahan terhadap suhu yang terlalu tinggi serta bersifat higroskopik jika dibiarkan terbuka dalam keadaan lama dan mengalami kontak langsung dengan lingkungan salah satunya adalah udara yang dapat menyebabkan bubuk menjadi menggumpal dan mengeras maka dari itu untuk proses flavoring pada skala *pilot plant* proses flavoring dilakukan menggunakan mesin tertutup dan cepat, kemudian segera dilakukan proses pengemasan agar bubuk tidak menggumpal dan menjadi penyebab penurunan kualitas produk.

Penggunaan minyak dalam skala trial adalah minyak goreng yang digunakan untuk menggoreng makaroni sehingga minyak meresap masuk dalam bahan baku, namun dalam skala *pilot plant* tidak akan dilakukan penggorengan melainkan dilakukan proses ekstrusi dan pemanggangan untuk mengurangi kadar air dalam produk. Suhu minyak yang digunakan kurang lebih adalah 170°C maka sebelum proses pembumbuan perlu ditiriskan dan didinginkan terlebih dahulu. Proses penggorengan pada skala trial ini digunakan untuk memperoleh massa minyak yang terserap dalam produk yang akan digunakan sebagai massa minyak yang akan digunakan dalam proses flavoring dalam skala *pilot plant*.

3.3.2. Rancangan Produksi Skala *Pilot plant*

Pada proses perancangan produksi makanan ringan ekstrudat jagung skala *pilot plant* ini berbeda dengan rancangan skala trial sebelumnya karena bahan dan mesin yang digunakan juga berbeda maka perlu dilakukan perancangan agar sesuai dengan standar *pilot plant* yang ada. Perbedaan

ini salah satunya adalah jumlah produk dan mesin yang digunakan lebih besar (Sharma dan Khumbar, n.d.).

Perancangan skala *pilot plant* ini meliputi mesin, produk yang diinginkan sesuai dengan standar, dan massa bahan yang akan digunakan dengan melihat formulasi yang telah dibuat dalam skala trial sebelumnya dengan tetap berprinsip pada sanitasi dan higienitas agar kualitas produk tetap terjaga. Tahapan proses produksi skala trial dan skala *pilot plant* berbeda, alur proses untuk skala *pilot plant* terbagi menjadi 4 yaitu ekstrusi, pemanggangan, flavoring, dan pengemasan.

Perancangan kapasitas produksi ini berdasarkan pada besar kapasitas produksi mesin yang digunakan. Kapasitas produksi mesin ekstrusi adalah 10-250kg/jam. Kapasitas produksi mesin pemanggangan adalah 200-300kg/jam. Kapasitas produksi mesin flavoring adalah 200-250kg/jam. Kapasitas produksi mesin pengemas adalah 30-80 bagian/menit. Mesin memiliki rata-rata kapasitas maksimal produksi 250kg/jam sehingga kapasitas maksimal bahan yang digunakan adalah 250kg.

Seluruh mesin bekerja secara kontinyu karena pada setiap mesinnya diberikan conveyor produk, sehingga dalam proses produksinya tidak bersentuhan langsung oleh manusia. Manusia disini sebagai operator yang memastikan mesin berjalan sesuai dengan standar dan prosedur yang ada, hal ini cocok untuk area produksi dengan lahan terbatas dikarenakan dengan sistem kontinyu aliran gerak operator yang terbatas tidak terlalu menjadi masalah.

Kapasitas produksi yang digunakan dalam skala *pilot plant* ini adalah 100% kapasitas produksi mesin. Namun untuk membandingkan massa akhir produk dapat dilihat dengan pemilihan kapasitas mesin yang sesuai dengan kebutuhan. Terdapat 4 kapasitas mesin yaitu 100%, 75%, 50%, dan 25%. Perhitungan kapasitas mesin dapat dilihat pada lampiran 3.

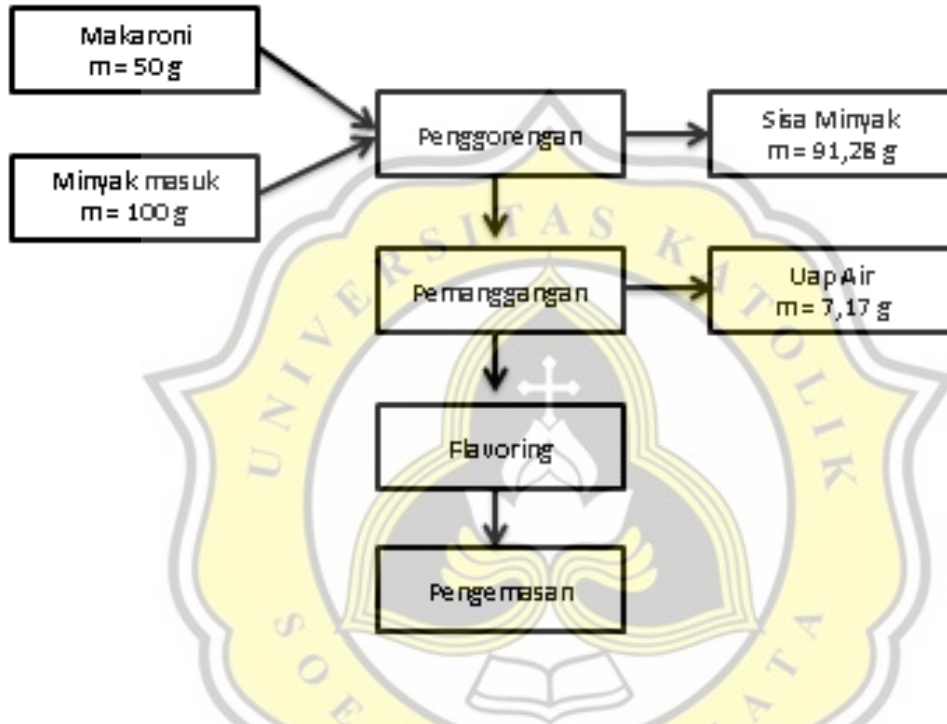
3.4. Keseimbangan Massa Proses Produksi

Keseimbangan massa dianalisis dengan membuat *mass flow diagram* dan neraca keseimbangan massa. Analisis ini dilakukan terhadap hasil percobaan pendahuluan maupun untuk memprediksi keseimbangan massa pada skala *pilot plant*.

3.4.1. Kestimbangan Massa Hasil Percobaan Pendahuluan

Kestimbangan massa hasil percobaan pendahuluan disajikan mulai dari pembuatan ekstrudat hingga siap dikemas. *Mass flow diagram* dan neraca kestimbangan massa proses pembuatan makanan ringan ekstrudat jagung skala laboratorium dapat dilihat di bawah ini :

Diagram 3. 1. *Mass Flow Diagram* Makanan Ringan



Tabel 3. 5. Neraca Kestimbangan Massa Ekstrusi Makanan Ringan Jagung

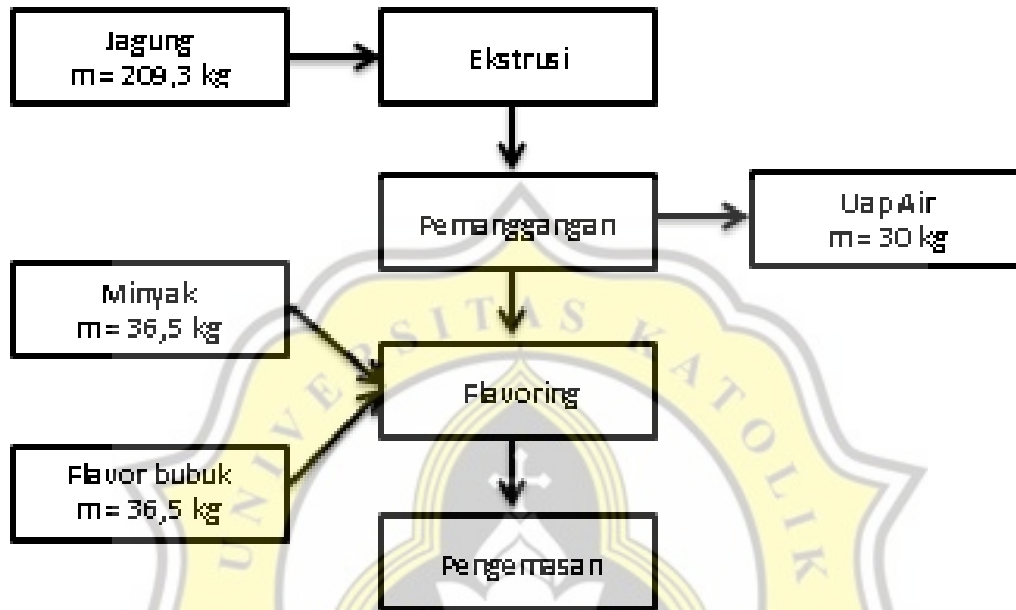
	Massa masuk (g)	Massa keluar (g)	
Makaroni	50	Uap air	7,17
Flavor bubuk	1	Sisa Minyak	91,28
Minyak	100	Makaroni kering	52,55
Total	151	Total	151

Dari tabel 3.5. di atas dapat diketahui bahwa jumlah makaroni yang digunakan dalam skala trial adalah 50 gram, flavor bubuk 1 gram, dan minyak 100 gram. Massa yang keluar ada uap air 7,17 gram, sisa minyak 91,28 gram, dan hasilnya makaroni kering 52,55 gram.

3.4.2. Prediksi Kesetimbangan Massa Skala *Pilot plant*

Prediksi kesetimbangan massa skala *pilot plant* dalam bentuk *mass flow diagram* dan neraca kesetimbangan massa. Adapun keduanya dapat dilihat di bawah ini.

Diagram 3. 2. *Mass Flow Diagram* Makanan Ringan Skala *Pilot plant*



Tabel 3. 6. *Neraca Kesetimbangan Massa Ekstrusi Makanan Ringan Jagung Skala *Pilot plant**

	Massa masuk (kg)	Massa keluar (kg)	
Jagung	209,3	Uap air	30
Flavor bubuk	4,5	Ekstrudat	220
Minyak	36,5		
Total	250	Total	250

Dari tabel 3.6. di atas dapat dilihat bahwa massa yang masuk dan keluar sama yaitu 250kg, dengan rincian massa masuk ada jagung 209,3kg, flavor bubuk 4,5kg, dan minyak 36,5kg, sementara massa keluar ada uap air 30kg dan ekstrudat 220kg. Perlu diperhatikan bahwa prediksi kesetimbangan massa yang disajikan akan tercapai pada proses produksi yang optimal, efisien, dan efektif. Kesetimbangan massa produksi sesungguhnya dapat berbeda dengan prediksi karena terdapat banyak *error* selama proses. Oleh karena itu, kesetimbangan massa yang disajikan tidak menjadi acuan penuh untuk proses produksi tetapi sebisa mungkin mendekati kondisi tersebut.