

PERANCANGAN ALAT PENGOLAH LIMBAH SAYURAN MENJADI PELET IKAN

Laras Rihadatul 'Aisy

13117008

Fakultas Teknik dan Desain

Institut Teknologi Sains Bandung

larasrihada@gmail.com

ABSTRAK

Kebutuhan akan pakan mencapai 60—70% dari total kebutuhan budidaya lele sehingga perlu adanya pakan alternatif untuk mengurangi biaya dan meningkatkan keuntungan para peternak lele (Achadri.Y,2018). Pemberian pakan dalam budidaya ikan lele dapat menggunakan beberapa jenis pakan, diantaranya yaitu pelet dan pakan alternatif sayuran. Limbah organik sayuran dapat diolah menjadi bahan baku pakan ikan karena di dalamnya masih banyak nutrisi yang dapat dimanfaatkan. Pembuatan pakan terdiri dari beberapa proses baik pelet ataupun pakan alternatif sayuran. Proses tersebut di antaranya adalah pemilahan, pencucian, pencacahan, pengeringan, pencampuran dan pencetakan. Pembuatan pakan alternatif ini mudah dilakukan dalam skala rumahan namun pengerjaannya masih menggunakan cara manual dengan alat sederhana sehingga pengerjaannya butuh waktu yang lama. Sedangkan alat pembuatan pelet ikan khusus yang ada masih dalam skala industri yang tidak cocok secara kapasitas dan ukuran serta harganya relatif mahal.

Data primer diperoleh melalui survey lapangan dengan metode *shadowing* dan wawancara terstruktur berikut dokumentasi proses pembuatan pakan dan pelet. Hasil data dianalisis melalui *research board analysis*. Hasil analisis mengantarkan pada skema kasar produk. Proses pembuatan pakan dan bagaimana rancangan alatnya. Studi yang dilakukan adalah studi konfigurasi komponen, studi antropometri dan ergonomi, studi bentuk melalui metode *analytical prototyping* dan studi fungsi pengukuran keberhasilan produk melalui konfirmasi kepada calon pengguna dengan metode *online focus group discussion*. Hasil perancangan menghasilkan alat pembuat pelet yang mengakomodasi proses pembuatan pelet kecuali pencucian dan pemilahan.

KATA KUNCI: *Pellets Processor*, limbah sayuran, pelet ikan

I. PENDAHULUAN

Ikan lele adalah salah satu jenis ikan air tawar yang mempunyai nilai ekonomi tinggi dan termasuk komoditas perikanan yang paling banyak dibudidayakan oleh masyarakat Indonesia. Harganya yang relatif murah dan kandungan gizi yang cukup tinggi membuat ikan lele menjadi salah satu pilihan ikan yang digemari masyarakat. Tingginya permintaan pasar membuat peternak ikan lele harus mengimbangi pasokannya. Salah satu faktor penting dalam proses budi daya ikan lele adalah pakan karena berpengaruh pada biaya produksi.

Pemberian pakan dalam budidaya ikan lele dapat menggunakan beberapa jenis pakan, diantaranya yaitu pelet dan pakan alternatif sayuran. Pemberian pakan tidak bersumber dari pelet saja dikarenakan kebutuhan akan pakan mencapai 60—70% dari total kebutuhan pakan budidaya lele sehingga perlu adanya pakan alternatif untuk mengurangi biaya dan meningkatkan keuntungan para peternak lele (Achadri.Y,2018). Dikutip dari cendananews.com pada maret 2021 menurut suyatno, pembudidaya ikan air tawar di Desa Pasuruan, Lampung Selatan mengatakan komposisi pakan konvensional dan pakan tambahan untuk budidaya ikan lele yaitu mencapai 60% pakan konvensional dan 40% pakan alternatif. Harga pakan konvensional dalam satu sak berukuran 50kilogram yaitu

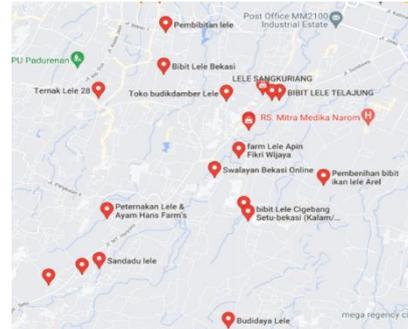
seharga Rp280.000 bahkan di daerah Bekasi pelet ikan dengan berat 30kilogram dijual dengan harga Rp300.000. Pemberian pakan pada lele dilakukan tiga kali sehari diselingi dengan pakan alternatif. Menurutnya pemberian pakan alternatif bisa menekan biaya operasional dalam pemberian pakan dan dapat meningkatkan keuntungan karena dalam satu kali siklus budidaya ikan lele selama 90 hari bisa menghabiskan pakan sekitar 6 kuintal.

Pakan alternatif sayuran dapat dimanfaatkan menjadi pakan ikan karena di dalam bahan baku yang dipakai dalam pembuatan pakan buatan tersebut terdapat sumber protein, serat, zat besi, dan vitamin yang didapat dari limbah sayuran. Pakan ikan dari limbah organik sayuran secara kualitas nutrisi sebetulnya bisa sama dengan pelet konvensional. Hal ini karena limbah sayuran masih mengandung zat-zat makanan yang dapat dimanfaatkan oleh ikan. Selain itu harganya bisa lebih murah karena bahan bakunya yang melimpah.

Pakan alternatif perlu diolah terlebih dahulu agar limbah sayuran aman untuk dikonsumsi karena sudah tidak mengandung bakteri pembusuk (sudjana,2006). Kandungan utama yang harus ada dalam pelet ini adalah protein, lemak dan karbohidrat. Pada ikan karnivora seperti lele dibutuhkan pakan dengan kandungan protein minimal 30%. Pembuatan pakan terdiri dari beberapa

proses baik pelet ataupun pakan alternatif sayuran. Proses pembuatan pakan pelet dan pakan alternatif sayuran memiliki alur yang sejalan mulai dari pencucian, pencacahan, dan penirisan, namun pada proses pembuatan pelet dilanjutkan dengan penepungan, pencampuran dengan bahan lain hingga pencetakan menjadi pelet dan pada pakan alternatif sayuran setelah proses penirisan dilanjutkan dengan proses pencampuran telur dan fermentasi yang siap diberikan pada ikan (tanpa proses penepungan).

Proses pengolahan pelet ikan alternatif berbahan dasar sayuran ini dapat dilakukan dengan skala rumahan oleh para peternak ikan lele. Salah satu peternakan yang menerapkan pemberian pakan alternatif untuk ikan lele yaitu peternakan ikan milik Pak William yang berlokasi di Kecamatan Cikarang Barat dimana lokasi ini jaraknya tidak jauh dari Pasar Setu. Proses ini mudah dilakukan oleh peternak namun tahap pengerjaannya masih menggunakan cara manual dengan alat sederhana seperti pisau untuk mencacah, oven kue atau menjemur di bawah sinar matahari untuk mengeringkan sehingga pengerjaannya membutuhkan waktu yang lama. Sedangkan alat pembuatan pelet ikan khusus yang ada masih dalam skala industri yang tidak cocok secara kapasitas dan ukuran serta harganya relatif mahal untuk kelas rumahan.



Gambar 1.1 peternakan ikan lele di sekitar setu
(Sumber: Google maps)

Jumlah peternakan ikan lele yang berada didekat Pasar Setu yaitu sebanyak 8-10 peternak. Kondisi ini memungkinkan terjadinya simbiosis mutualisme antar peternak dan pasar. Sampah organik dari Pasar Setu terolah dan dimanfaatkan oleh para peternak lele dan peternak lele mendapatkan bahan baku pakan alternatif dari limbah organik yang berlimpah dari Pasar Setu. Agar simbiosis ini lebih positif terbangun, maka diperlukan dukungan berupa alat pengolah limbah yang murah dan sesuai dengan skala peternakan lele setempat sebagai upaya untuk mengurangi biaya operasional pakan dapat terlaksana.

II. SAMPAH ORGANIK

Sampah organik adalah sampah yang dihasilkan dari bahan hayati yang dapat didegradasi oleh mikroba. Sampah ini mudah diuraikan melalui proses alami. Sampah organik berdasarkan sifatnya terbagi menjadi dua yaitu sebagai berikut:

1. Sampah Organik Basah

Sampah jenis ini mempunyai kandungan

air yang cukup tinggi. Contohnya sisa sayur, kulit pisang, buah yang busuk, kulit bawang dan sejenisnya. Sampah organik basah dapat menimbulkan bau tidak sedap sebab kandungan air tinggi yang menyebabkan sampah jenis ini cepat membusuk.

2. Sampah Organik Kering

Sampah jenis ini sedikit mengandung air. Contohnya kayu, ranting pohon, kayu dll. Kebanyakan sampah organik sulit diolah kembali jadi lebih sering dibakar untuk memusnahkannya.

II.1 Penanganan Sampah Organik

Sampah organik memiliki banyak manfaat dan dapat diolah menjadi sumber penghasilan, manfaatnya antara lain:

3. Sampah organik buah dan sayur dapat dibuat menjadi kompos.
4. Kotoran hewan dan manusia, limbah tempe dan tahu dapat diolah menjadi biogas dan listrik (Febriadi.I, 2019).
5. Sisa sampah pasar seperti limbah sayuran dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku pelet. Menurut Rusmana (2007) limbah sayuran akan bernilai guna jika dimanfaatkan sebagai pakan melalui pengolahan. Cara pengolahan limbah sayuran dengan menjadikannya tepung sebagai bahan baku pembuatan pelet ikan (Saenab., 2011). Jenis limbah sayuran yang dapat diolah menjadi pelet ikan yaitu sawi, kol, kulit kecambah taoge, daun

kembang kol, dan jagung.

Tabel II.1 Komposisi Beberapa Jenis Limbah Sayur

Jenis sayuran	Bahan kering	Kalori	Protein (g)	Lemak (g)	Serat (g)	Kapur (mg)	Besi (mg)	Abu (%)
Bayam	15.2	43	5.2	*	1.0	340	4.1	*
Kangkung	10	30	2.7	*	1.1	50	2.5	*
Kubis	7.0	22	1.6	*	0.8	55	0.8	*
Sawi Putih	5.8	17	1.7	*	0.7	100	2.6	*
Kecambah	*	23	2.9	0.2	*	*	*	1.82
Daun kangkung	23.8	*	8.93	1.03	3.19	*	*	19.9
Daun Kembang	*	3890	31.77	*	13.77	*	*	3
Kulit Jagung	*	4351	1.94	34.15	*	*	*	2.97

Ket * : tidak ada data

Sumber : Mansy (2002) Oomen, H. A. P. C., dkk (1984)

II.2 Cara Pembuatan Pelet Ikan dari Sayur Kubis dan Sawi

Berikut cara pembuatan pelet dari limbah organik sayuran kubis dan sawi adalah sebagai berikut (Maria R.A, 2016):

1. Limbah dicuci/dibilas dengan air bersih.
2. Limbah dioven dengan suhu 105-110°C sampai kering (atau bisa juga dijemur di bawah matahari).
3. Limbah yang sudah kering kemudian dibuat menjadi tepung dengan cara dihaluskan dengan penggiling tepung.
4. Tepung limbah sayuran siap digunakan dan dicampur bahan lainnya agar kadar nutrisi dalam pelet tetap terjaga. Bahan tambahan tersebut ditimbang sesuai dengan analisis bahan kemudian semua dicampur menjadi satu. Analisis perhitungan komposisi setiap perlakuan konsentrasi pembuatan pelet sayur dalam 1000gram yaitu:
 - 1) Tepung Sayur = $1000 \times 30\% = 300 \text{ gr}$
 - 2) Tepung Tapioka = $1000 \times 25\% = 250 \text{ gr}$
 - 3) Dedak = $1000 \times 25\% = 250 \text{ gr}$

4) Vitamin = $1000 \times 10\% = 100 \text{ gr}$

5) Air = $1000 \times 10\% = 100 \text{ liter}$

Perbandingan = $3 : 2,5 : 2,5 : 1 : 1$

5. Setelah adonan sudah homogen lalu dicetak dengan mesin pencetak pelet yang berukuran 0,5 cm per butirnya. Setelah itu pelet dijemur di panas matahari seharian atau di oven sampai kering. Lalu pelet ditimbang dan siap digunakan.

II.3 Kebutuhan Pelet Ikan Lele Perhari

Berdasarkan modul pengolahan pemberian pakan budidaya ikan air tawar oleh Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan Departemen Pendidikan Nasional (BDI-R/2/2.2) jumlah pakan yang diberikan setiap hari disesuaikan dengan berat ikan. Istilah yang dikenal adalah tingkat pemberian pakan (TPP, atau *feeding level*). TPP 3% artinya untuk setiap 100 kg ikan diberi pakan sebanyak 3 kg. TPP untuk setiap kelompok ukuran tidak sama. Makin kecil ukuran ikan makin besar nilai TPPnya. Berikut anjuran pakan ikan lele berdasarkan umurnya :

Tabel II.2 Dosis Pakan dengan Asumsi Benih 1000 Ekor

No.	Masa Budidaya	Jumlah Pakan		Jumlah Ekor	Jumlah Kolam
		Pagi (07.00 - 09.00)	Sore (16.00 - 18.00)		
1.	Hari ke-1 (tebar benih)	Tidak diberi pakan		1000	1
2.	Hari ke-2			1000	1
3.	Hari ke- 3 – 5	75 gr	75 gr	1000	1
4.	Hari ke- 6 – 7	150 gr	150 gr	1000	1
5.	Hari ke- 8 – 9	200 gr	200 gr	1000	1
6.	Hari ke- 10 – 30	300 – 400 gr	300 – 400 gr	1000	1
7.	Hari ke- 31 – 60	600 – 900 gr	600 – 900 gr	1000	1
8.	Hari ke- 61 – 75	900 – 1000 gr	900 – 1000 gr	1000	1

(Sumber: Dinas Perikanan Kabupaten Pamekasan)

- Catatan: 150 gr = $\frac{1}{2}$ gelas air mineral kemasan, perhitungan di atas tergantung kondisi ikan.

II.4 Pelet Ikan Lele

Kandungan utama dalam pelet ini adalah protein, lemak dan karbohidrat. Tinggi rendahnya kandungan protein disesuaikan dengan ikan yang akan diberi pakan. Ikan karnivora seperti lele membutuhkan pakan dengan kandungan protein minimal 30%.

II.4.1 Jenis Pelet Ikan Berdasarkan Bentuknya

Menurut Zahrotul M (2020), pakan ikan terbagi menjadi tiga jenis berdasarkan bentuknya.

1. Pakan berbentuk tepung (*mash*) diberikan pada larva ikan umur 1 minggu–1 bulan.
2. Pakan bentuk butiran kecil. Pakan ini sering digunakan untuk ikan konsumsi yang dipelihara di kolam konvensional atau keramba jaring apung. Berikut tabel ukuran pakan butir dan ukuran ikan.

Tabel II.2 Ukuran Pakan butir

Ukuran Pelet	Ukuran Ikan
0,7 & 0,8 mm	< 2cm
1 mm	2–5 cm.
2 mm	5–12 cm
3, 4 & 5 mm	> 12 cm

(Sumber: Dinas Perikanan Kabupaten Pamekasan)

3. Pakan yang berbentuk butiran pecah (*crumble*).

II.4.2 Jenis Pelet Ikan Berdasarkan Sifatnya

Menurut Zahrotul M (2020), jenis pakan ikan berbentuk pelet berdasarkan sifatnya ada dua, yaitu tenggelam dan terapung, berikut penjelasannya:

1. Pelet terapung akan mengambang di permukaan kolam ketika ditebar. Pelet untuk pakan lele sebaiknya pelet terapung karena lebih mudah dalam mengontrol jumlah pakan yang diberikan dan tidak akan mubadzir atau berlebihan saat memberi pakan.
2. Pelet tenggelam akan jatuh ke dasar kolam ketika ditebar. Kandungan protein pada pelet tenggelam lebih kecil bila dibandingkan pelet terapung.

II.5 Proses Pembuatan Pelet Ikan Beserta Peralatannya

II.5.1 Pencacahan

Pencacahan limbah organik dilakukan untuk memperkecil ukuran limbah sayuran. Berikut macam-macam alat pencacah limbah sayuran:

1. Grinder



Gambar 2.1 Pencacah Skala Industri

(Sumber: <https://pengolahsampah.com>, 2018)

2. Pencacah Rumahan



Gambar 2.2 Pencacah Skala Rumahan

(Sumber: [tokopedia.com](https://www.tokopedia.com), 2020)

Cara kerja kedua alat pencacah tersebut mirip, yaitu dengan memasukkan limbah sayuran kedalam corong, lalu mata pisau di

dalam tabung berputar sehingga limbah tercacah menjadi partikel yang lebih kecil, lalu hasil cacahan keluar melalui corong bagian bawah /samping tabung. Terdapat beberapa perbedaan dari kedua alat tersebut, dari segi dimensi, kapasitas dan sumber energi.

II.5.2 Pengerinan

Fungsi pengeringan untuk memperpanjang umur simpan bahan baku pelet dengan menghambat pertumbuhan jamur melalui pengurangan kadar airnya, sehingga dapat digunakan untuk jangka waktu yang lama. Berikut adalah contoh alat pengering pelet yang sudah ada pada skala industri:

1. Tipe Rak (Tray)



Gambar 2.3 Oven Rak Skala Industri

(Sumber: [agrowindo.com](https://www.agrowindo.com), 2017)

Cara kerjanya dengan memasukkan bahan di loyang lalu mengatur suhu sesuai yang diinginkan. Terdapat dua sumber energi panas, yaitu bersumber pada listrik dan gas.

2. *Rotary Dryer*



Gambar 2.4 Oven *Rotary Dryer* Industri

(Sumber: [hargamesinpertanian.co.id](https://www.hargamesinpertanian.co.id), 2017)

Cara kerja mesin *rotary dryer* adalah mengeringkan pelet dengan berputar secara kontinu atau secara terus menerus. Sumber energi panas yang digunakan oleh mesin ini berasal dari gas.

II.5.3 Penepungan

Proses penepungan dilakukan agar limbah sayuran yang sudah dikeringkan mudah untuk dicampur dengan bahan-bahan lainnya untuk dijadikan pelet.

1. *Disk Mill*



Gambar 2.5 *Disk mill*

(Sumber: tokomesin.com, 2021)

Disk mill ini bekerja menempa sekaligus memecah bahan material menjadi tepung.

2. Penepung Rumahan



Gambar 2.6 Penepung Rumahan

(Sumber: astromesin.com, 2021)

Mesin ini bekerja dengan menggunakan gerak mekanik putar pada mata pisau pada bagian dalam tabung yang mencacah bahan sampai halus seperti tepung.

II.5.4 Pencampuran

Mesin pencampur (*mixer*) berfungsi mencampurkan bahan-bahan pelet yang sudah berbentuk tepung sehingga diperoleh

campuran bahan pelet homogen sesuai formula yang diinginkan.



Gambar 2.7 Mesin *Mixer*

(Sumber: grosirmesin.com, 2020)

II.5.4 Pencetakan

1. Mesin Cetak Pelet Apung



Gambar 2.8 Mesin Cetak Pelet Apung

(Sumber: grosirmesin.com, 2020)

Prinsip kerja ekstruder memanaskan sekaligus membentuk dalam tekanan dan suhu tinggi dalam waktu singkat (*High Temperature Short Time*) sehingga pada saat bahan keluar dari lubang pencetak suhu turun drastis menjadi 28° C dan terjadi ekspansi uap air yang mengakibatkan bahan menjadi mengembang dan dapat terapung.

2. Mesin Pencetak Pelet Rumahan



Gambar 2.9 Mesin Cetak Pelet Rumahan

(Sumber: alatmesin.com, 2020)

III. DATA LAPANGAN

III.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Survey lapangan dilakukan di peternakan Bapak William pada tanggal 8-9 April 2021 yang berada di Gg. Dulur, Telajung, Kec. Cikarang Barat, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat. Peternakan milik beliau merupakan salah satu peternak yang menggunakan limbah organik sayuran untuk pakan tambahan ternak lele. Pak William adalah salah satu Ketua Perkumpulan Petani Lele Nusantara (PPLN) yang didirikan sejak tahun 2018.



Gambar 3.1 Desa Telajung, kec. Cikarang Barat

(Sumber: Google maps)

III.2 Proses Pengolahan Pakan Alternatif

Berikut proses pengolahan pakan ikan dari limbah sayuran berdasarkan hasil survey di peternakan ikan lele nusantara di Kecamatan Cikarang Barat:

1. Mengambil 10 kg limbah sayuran di Pasar Setu. Limbah yang biasanya dipakai adalah sayur sawi, kangkung dan daun talas.



Gambar 3.2 Limbah Sayuran Pasar

(Sumber: dokumentasi pribadi, 2021)

2. Limbah dimasukkan ke bak pemilah agar air langsung tiris, kemudian dicuci dengan tangan dan air mengalir dari selang sembari dipilah dari sampah lain hingga bersih.



Gambar 3.3 Proses Pencucian

(Sumber: dokumentasi pribadi, 2021)

3. Setelah dicuci, lalu dipotong kecil-kecil dengan pisau dan beralaskan meja plastik sampai ukurannya sekitar 15x5 mm. Pemetongan limbah sayuran sebanyak 10kg membutuhkan waktu 3-4 jam.



Gambar 3.5 Proses Pemetongan

(Sumber: dokumentasi pribadi, 2021)

4. Setelah itu kemudian ditampung dan ditiriskan di bak berdiameter 60cm menggunakan jaring yang diganjal batu selama 30-45 menit agar kadar air berkurang.



Gambar 3.6 Proses Penirisan

(Sumber: dokumentasi pribadi, 2021)

- Selanjutnya, ditambahkan 4 butir telur lalu diaduk memutar dengan tangan sampai merata.



Gambar 3.7 Proses Pencampuran Telur

(Sumber: dokumentasi pribadi, 2021)

- Kemudian dicampur dengan cairan biang pakan sebanyak empat sendok makan yang berfungsi untuk mengurangi bau menyengat pada kolam, mencegah penyakit pada lele, dan membuat pencernaan lele menjadi sehat.



Gambar 3.8 Proses Pencampuran Biang Pakan

(Sumber: dokumentasi pribadi, 2021)

- Setelah semua bahan dicampurkan lalu

dilakukan proses fermentasi dengan cara ditutup rapat dengan plastik dan didiamkan selama 4-5 jam.



Gambar 3.9 Proses Fermentasi

(Sumber: dokumentasi pribadi, 2021)

III.3 Pemberian Pakan Ikan di Lapangan

Berdasarkan hasil wawancara, pemberian pakan ikan di lapangan adalah sebagai berikut.

Hari Ke-	Pakan	Kandungan Protein	Fungsi	Waktu	Biomasa
1-60	Pelet Konvensional	28-30 %	Menambah Panjang ikan	07.00	5%
				17.00	
				21.00-22.00	
61-80	Pelet Konvensional	28-30 %	Mencukupi Kadar Protein	07.00	3%
				17.00	
	Pakan Alternatif	<30%	Menambah Bobot	21.00-22.00	7%

Tabel 3.1 Pemberian Pakan Ikan di Lapangan

(Sumber: Hasil survey, 2021)

lele adalah hewan nokturnal (aktif di malam hari) sehingga untuk pemberian pakan alternatif lebih efektif pada malam hari agar kenaikan bobot ikan dapat berjalan secara maksimal.

III.4 Simpulan Hasil Studi Lapangan

Tabel 3.2 Pemberian Pakan Ikan di Lapangan

No.	Proses Pengolahan	Waktu		Jenis Alat		Jumlah Orang		Perpindahan Tempat		Kemudahan Pengguna		Ergonomi	
		Manual	Mesin	Manual	Mesin	Manua l	Mesin	Manual	Mesin	Manu al	Mesin	Manual	Mesin
1.	Pencucian	30 menit	±15 menit	Ember, selang	Tabung pencuci	2	1	Mebutuhk an area 2x2m, Alat terpisah	Terintegras i	Sulit	Mudah	Kurang Baik	Baik
2.	Pencacahan	3-4 jam	±5-10 menit	Ember (2), Pisau, Talenan	Mata Pisau, Tabung	2-3	1	Mebutuhk an area 1,5x2m, Alat terpisah	Terintegras i	Sulit	Mudah	Kurang Baik	Baik
3.	Penirisan	30-45 menit	±5-10 menit	Jaring, Ember, Batu	Tabung Pengereng	2	1	Mebutuhk an area 1x1m, Alat terpisah	Terintegras i	Sedikit Sulit	Mudah	Kurang Baik	Baik
4.	Pengeringan	2-3 hari	±2 jam	Sinar Matahari, Terpal, Kayu	Oven/airfryer blower	2-3	1	Mebutuhk an area 2x3m	Terintegras i	Sulit	Mudah	Kurang Baik	Baik
5.	Penepungan	-	10-15 menit	-	Mesin penepung	-	1	-	Terintegras i	-	Mudah	-	Baik
6.	Pengadukan	15 menit	5 menit	Bak, spatula	Mesin pengaduk	1	1	Mebutuhk an area 1x1m, Alat terpisah	Terintegras i	Cukup Mudah	Mudah	Kurang Baik	Baik
7.	Pencetakan	±1-2 jam	±3-5 menit	Penggiling manual	Mesin pencetak pelet	1	1	-	Efisien	Sulit	Mudah	Kurang Baik	Baik

(Sumber: dokumentasi pribadi, 2021)

IV. PERANCANGAN

IV.1 TOR

IV.1.1 Pertimbangan desain

1. Mempertimbangkan bobot karena produk *moveable*.
2. Mempertimbangkan user sehingga produk sebaiknya mudah dioperasikan dengan naman dan nyaman dengan merancang produk yang ergonomis.
3. Mempertimbangkan kemudahan dalam *maintenance* produk.
4. Mempertimbangkan bahan baku pelet, sehingga produk harus mudah dibersihkan.
5. Mempertimbangkan keterbatasan area untuk penempatan sehingga produk harus ringkas dan tidak membutuhkan tempat yang luas.

IV.1.2 Kebutuhan desain

1. Dibutuhkan sistem yang lebih sederhana

daripada produk yang sudah ada.

2. menggunakan mata pisau baja yang bentuknya bermacam-macam, karena pada setiap proses membutuhkan tools yang berbeda.
3. Menggunakan metode *blower dryer* untuk mengeringkan limbah.
4. Memiliki mesin mekanik gerak putar dari dinamo.
5. Memiliki tabung yang bisa mencakup beberapa proses pengolahan.
6. Memiliki kapasitas maksimal 10-15 kg dalam sekali proses untuk mencacah limbah sayuran.
7. Menghasilkan 600-700 gr tepung sayuran atau 10-15 kg limbah sayuran fermentasi dalam sekali proses.
8. Menghasilkan 3kg pelet ikan dalam sekali proses.

9. Memiliki pengatur suhu.
10. Memiliki timer & heater.

IV.1.3 Batasan desain:

1. Pengguna dewasa.
2. Jika produk menggunakan listrik, makan daya listrik yang digunakan maksimal 3500 watt.
3. Dimensi produk tidak besar.

IV.2 Aspek Desain

IV.2.1 Aspek Ergonomi

Mengacu pada batasan desain, Tinggi produk yang akan dirancang disesuaikan dengan ukuran orang dewasa yaitu diantara tinggi pinggul (94 cm) dan tinggi ujung jari (66,5 cm). Pada indikator panel suhu, *timer*, dan kecepatan putar juga akan diletakkan di bagian atas produk agar pada saat *user* menggunakan produk tidak perlu membungkuk untuk mengaturnya.

Tabel 4.1 Pengukuran Antropometri

Dimensi	Data Antropometri	Hasil Perhitungan		
		5 th	50 th	95 th
D5	Tinggi Pinggul	85.95	94	102.06
D6	Tinggi tulang ruas	62.69	72.12	81.54
D7	Tinggi ujung jari	54.56	66.55	78.54
D28	Panjang tangan	14.6	18.06	21.52
D29	Lebar tangan	5.42	10.44	15.47

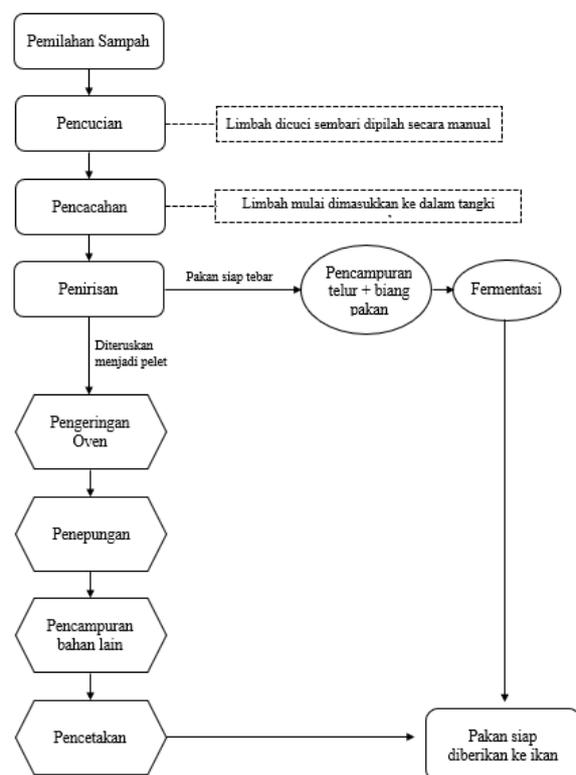
(Sumber: web resmi Antropometri Indonesia, diakses Januari 2021)

IV.2.2 Aspek Teknologi

Produk ini menggunakan teknologi yang sudah ada, namun akan dirangkai menjadi sebuah produk baru yang menggabungkan beberapa proses misalnya pada teknologi *heater blower* untuk mengeringkan,

pencacahan dan penepungan menggunakan mata pisau baja, penirisan menggunakan tabung berlubang dan pencetakan menggunakan alat *extruder* dimana semua proses tersebut digerakkan menggunakan motor listrik. Tujuannya adalah menggabungkan beberapa proses membuat pelet ke dalam satu produk sehingga pembuatan pelet menjadi lebih efektif dan efisien.

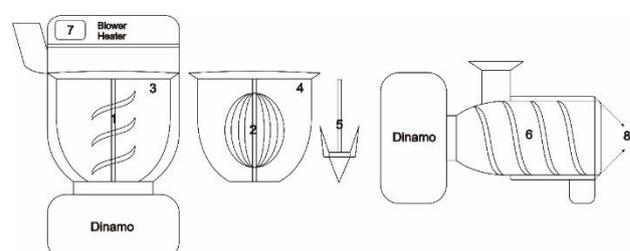
IV.3 Sekenario Awal Produk



Gambar 4.1 Sketsa Awal Produk

(Sumber: Hasil Analisis)

IV.4 Sketsa Alternatif

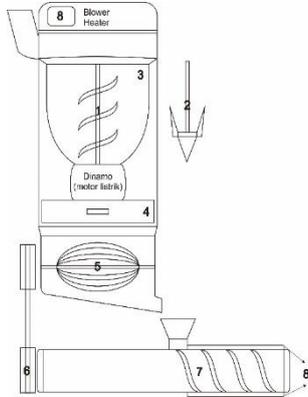


Keterangan:

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| 1. Mata pisau pencacah | 5. Mata pisau penepungan |
| 2. Mata besi pengaduk | 6. Pencetak pelet |
| 3. Tabung penirisan | 7. Panel kontrol |
| 4. Tabung pengeringan | 8. Elemen heater |

Gambar 4.2 Sketsa Alternatif 1

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2021)

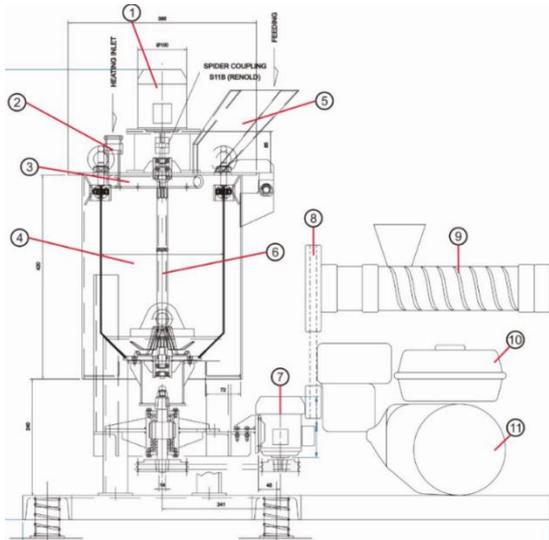


Keterangan:

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------|
| 1. Mata pisau pencacah | 5. Mata besi pengaduk |
| 2. Mata pisau penepung. | 6. Belt pemutar |
| 3. Tabung penirisan dan penyaringan | 7. Spiral pencetak |
| 4. Laci penampung tepung | 8. Panel Kontrol |
| | 9. Elemen Heater |

Gambar 4.3 Sketsa Alternatif 2

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2021)



Keterangan:

- | | |
|------------------------------------|-----------------------|
| 1. Motor listrik 1 | 7. Motor listrik 2 |
| 2. Heater blower | 8. Belt pemutar |
| 3. Komponen heater | 9. As spiral pencetak |
| 4. Tabung pengolahan | 10. Tangki bensin |
| 5. Corong | 11. Motor bensin |
| 6. Mata besi pencacah dan penepung | |

Gambar 4.4 Sketsa Alternatif 3

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2021)

Tabel 4.2 Komparasi Alternatif Sketsa

	Kekurangan	Kelebihan
Alt 1	<ul style="list-style-type: none"> Ada kemungkinan komponen dapat tercecer dan mudah hilang karena komponennya modular 	<ul style="list-style-type: none"> Dimensi produk lebih kecil
Alt 2	<ul style="list-style-type: none"> Pada tahap penirisan ada kemungkinan air dapat bocor ke dalam tabung pengadukan. Pada tahap penepungan bisa jadi tepung tidak jatuh ke laci penampung secara sempurna sehingga masih banyak tepung yang tersisa di dalam tabung penyaringan. Dimensi produk lebih besar. 	<ul style="list-style-type: none"> Komponennya tidak terpisah sehingga komponennya tidak mudah tercecer. Proses pengolahan dilakukan dalam sekali proses yang sejalan, jadi tidak perlu terlalu banyak mengubah komponen saat mengolahnya.
Alt 3	<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan dua sumber energi (listrik dan bensin). 	<ul style="list-style-type: none"> Komponennya tidak terpisah/terintegrasi dan lebih terstruktur. Tinggi produk sudah disesuaikan dengan ergonomi dan antropometri manusia. Dimensi tabung pengolahan sudah disesuaikan dengan kebutuhan desain. Dimensi keseluruhan produk sudah terukur.

(Sumber: Hasil Analisis, 2021)

Berdasarkan matrix komparasi alternatif sketsa dapat disimpulkan bahwa alternatif yang terpilih adalah alternatif 3. Hal ini dikarenakan dalam segi keringkasan produk, kemudahan operasional dan skala penggunaannya lebih unggul dibandingkan alternatif 1 dan 2 disamping kekurangannya yang masih ada.

IV.5 Studi Bentuk dengan Metode *Analytical Prototyping*

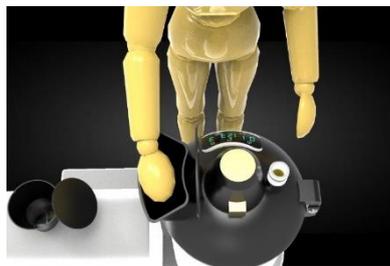
1. Control panel diletakkan pada bagian atas produk setinggi 90,5 cm sesuai ukuran orang dewasa yaitu diantara tinggi pinggul (94 cm) dan tinggi ujung jari (66,5 cm). Hal ini agar pada saat user menggunakan produk tidak perlu membungkuk.



Gambar 4.4 Posisi *Control Panel*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2021)

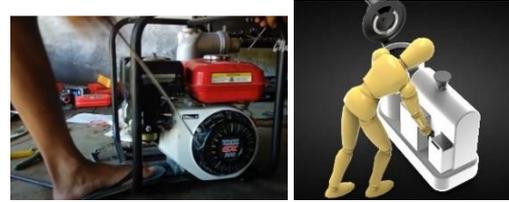
2. Chop funnel berukuran 20 x 10 cm, ukuran ini juga disesuaikan dengan panjang tangan (18,06 cm) dan lebar telapak tangan (10,44 cm), sehingga limbah sayuran dapat dimasukkan dengan leluasa dan nyaman dalam sekali genggam.



Gambar 4.5 Posisi *Chop Funnel*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2021)

3. Posisi *recoil* pada motor bensin berada pada kemiringan 45° dengan panjang tali sejajar–sekitar 50 cm. Kemiringan sudut diterapkan pada posisi *recoil* di rancangan produk.



Gambar 4.6 Posisi 45° Tarikan Recoil

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2021)

4. Pada bagian *extruder funnel* corong lubangnya dibuat mengerucut ke tengah agar bahan mudah dimasukan. Tingginya juga disesuaikan antara tinggi pinggul dan ujung jari orang dewasa yaitu 76 cm.



Gambar 4.7 Posisi Saat Menaruh Bahan Ke *Extruder*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2021)

5. Sistem bukaan laci yang diterapkan pada produk yaitu “*push to open*”. Tinggi laci berukuran 48,5 cm yang sejajar dengan antropometri lutut orang dewasa (48,12 cm), sehingga saat user membuka laci tidak perlu berjongkok.

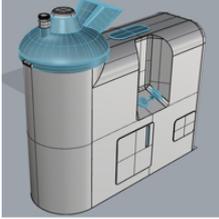


Gambar 4.7 Posisi Saat Menutup laci.

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2021)

IV.6 Alternatif Detail Desain

Tabel 4.3 Alternatif Detail Desain

	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4	Alternatif 5
Gambar	 Gambar 4.24 Alternatif Detail Desain 1 (Sumber: dokumentasi pribadi, 2021)	 Gambar 4.25 Alternatif Detail Desain 2 (Sumber: dokumentasi pribadi, 2021)	 Gambar 4.26 Alternatif Detail Desain 3 (Sumber: dokumentasi pribadi, 2021)	 Gambar 4.27 Alternatif Detail Desain 4 (Sumber: dokumentasi pribadi, 2021)	 Gambar 4.28 Alternatif Detail Desain 5 (Sumber: dokumentasi pribadi, 2021)
Perbedaan	Desain tidak <i>unity</i> .	Bentuk terlalu kompleks.	Bentuk sudah <i>unity</i> dan <i>simple</i> .	Bentuk sudah <i>unity</i> dan <i>simple</i> .	Bentuk sudah <i>unity</i> dan <i>simple</i> .
	Posisi <i>recoil</i> terlalu bawah.	Posisi <i>recoil</i> terlalu bawah.	Posisi <i>recoil</i> sudah di sudut 45° tetapi masih terlalu rendah.	Bentuk <i>top cover</i> dan corong sudah halus.	Bentuk <i>top cover</i> dan corong sudah halus.
	Laci terlalu besar.	Laci terlalu besar.	Muatan laci sudah sesuai.	Posisi <i>recoil</i> dan <i>petrol cap</i> sudutnya tidak 45° dan terlalu tinggi.	Posisi <i>recoil</i> dan <i>petrol cap</i> sudutnya sudah sesuai (45°).
	Bentuk corong <i>extruder</i> tidak <i>clean</i> .	Bentuk corong <i>extruder</i> sudah <i>clean</i> tetapi masih tidak terpusat di tengah sehingga sulit untuk memasukkan bahan.	Corong <i>extruder</i> sudah terpusat.	Sudah ada indikator BBM.	Indikator BBM sudah berubah menjadi digital.
	Bentuk <i>top cover</i> masih kasar.	Bentuk <i>top cover</i> masih kasar.	Bentuk <i>top cover</i> masih kasar.	Sudah ada ventilasi dan kaki untuk sirkulasi udara.	Sudah ada ventilasi dan kaki untuk sirkulasi udara.
	Tidak ada indikator BBM.	Tidak ada indikator BBM.	<i>Partingline</i> belum menyesuaikan mesin bagian dalam.	<i>Partingline</i> sudah sesuai dengan posisi mesin.	<i>Partingline</i> sudah sesuai dengan posisi mesin.
	Selang pembuangan masih terlihat di luar.	Posisi tangki BBM masih di belakang produk.	Belum memiliki kaki produk dan ventilasi (tidak ada sirkulasi udara pada produk)		
	Posisi tangki BBM masih di belakang produk.				

(Sumber: Dokumentasi Pribadi & Hasil Analisis, 2021)

IV.7 Desain Final

IV.7.1 Rendering Gambar Tampak



Gambar 4.8 Desain Final

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2021)

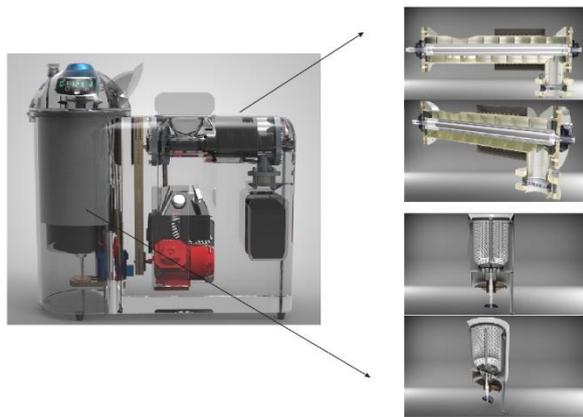
IV.7.2 Rendering Gambar Detail



Gambar 4.9 Gambar Detail *Top Cover*, *Chop*

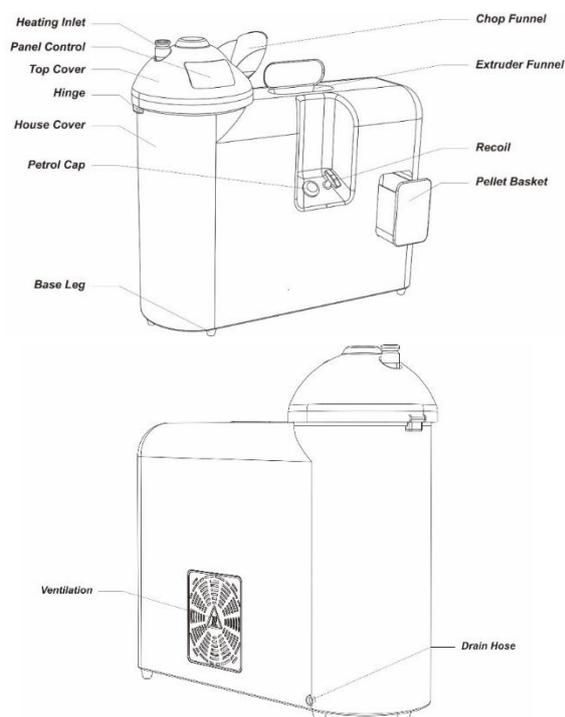
Funnel, *Extruder*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2021)



Gambar 4.10 Rendering Gambar Potong
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2021)

IV.8 Komponen Produk



Gambar 4.11 Komponen Produk
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2021)

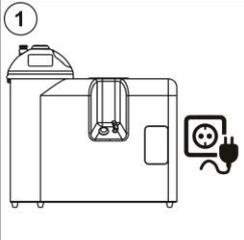
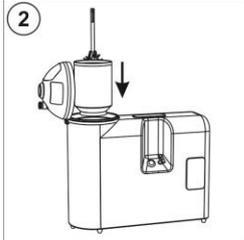
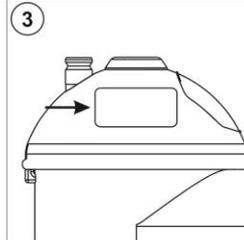
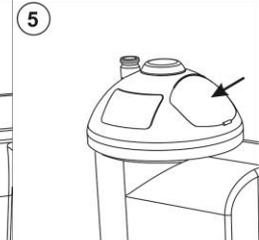
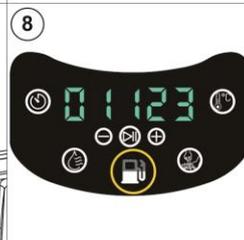
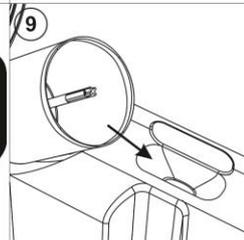
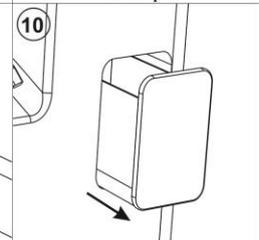
1. *Heating inlet*: komponen pemanas untuk mengeringkan limbah sayuran di dalam tabung.
2. *Control panel*: layar *monitor* untuk memberikan informasi berupa pengaturan suhu, timer, penirisan,

IV.7.3 Rendering Gambar Potong

pencacahan dan indikator bensin. Tujuannya memudahkan penggunaannya mengakses dan melakukan pengaturan khusus terhadap sistem operasi.

3. *Top cover*: tutup tabung untuk meng-cover motor listrik, *chop funnel heater*, dan sebagai dudukan *control panel*.
4. *Hinge*: engsel sebagai penyambung antara *top cover* dan *house cover*.
5. *House cover*: penutup bagian badan untuk menyatukan seluruh komponen badan produk.
6. *Petrol cap*: penutup tabung bensin sebagai tempat masuk pengisian bensin.
7. *Base leg*: bagian penopang/kaki yang ada di 5 titik pada bagian bawah produk. Berfungsi untuk ruang masuk dan keluar udara.
8. *Chop funnel*: corong untuk memasukkan bahan ke dalam tabung.
9. *Extruder funnel*: corong untuk memasukkan bahan yang sudah siap cetak.
10. *Recoil*: *starter* tarikan mesin untuk menyalakan mesin *extruder*.
11. *Pellet basket*: tempat akhir dari hasil pengolahan dan sebagai tempat penyimpanan pelet yang sudah jadi.
12. *Ventilation*: adalah rongga udara untuk menstabilkan sirkulasi udara di dalam mesin.
13. *Drain hose*: adalah jalur keluarnya air pada saat penirisan dan pengeringan.

IV.9 Instruksi Penggunaan

				
<p>Colokkan kabel daya ke stop kontak</p>	<p>masukkan tabung dan mata pisau tabung bagian dalam produk.</p>	<p>Sesuaikan waktu, suhu, mode yang tepat sesuai tahapan proses.</p>	<p>Buka corong kemudian masukkan bahan ke dalam tabung.</p>	<p>Saat proses penirisan dan pengeringan pastikan chop funnel tertutup.</p>
				
<p>Ketika sudah menjadi tepung buka corong kemudian masukkan bahan-bahan lainnya. Tutup corong kemudian setting pada mode pengadukan.</p>	<p>Setelah tercampur rata angkat tabung dalam dengan hati-hati.</p>	<p>Untuk tahap pencetakan pastikan BBM terisi dengan melihat indikator BBM yang tertera di control panel.</p>	<p>Buka tutup corong extruder kemudian masukkan bahan pelet yang siap dicetak.</p>	<p>Pellet yang sudah jadi akan tertampung pada pellet basket.</p>

Gambar 4.12 Instruksi Penggunaan
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2021)

IV.10 Modelling



Gambar 4.13 Modelling Tampak
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2021)



Gambar 4.13 Modelling Tampak
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2021)

IV.10 Komparasi Mesin Existing Skala Rumahan dengan Pellet Processor

Tabel 4.4 Perbandingan Produk *Existing* Skala Rumahan dengan Produk *Pellet Processor*

No.	Indikator	Pencacahan		Penirisan		Pengeringan		Penepungan		Pengadukan		Pencetakan	
		Existing	Produk Baru	Existing	Produk Baru	Existing	Produk Baru						
1.	Waktu	15 menit	±5-10 menit	20 menit	5-10 menit	3 jam 20 menit	2,5 jam	11 menit	5 menit	12 menit	10 menit	5 menit	5 menit
2.	Jenis Alat												
3.	Kapasitas	130 kg/jam	15 liter	6 kg	15 liter	2 loyang 60x40cm	15 liter	500 gr/giling	15 liter	10 liter	15 liter	35 kg/jam	35 kg/jam
4.	Harga	1.495.000	1.200.000	5.236.000	1.200.000	4.750.000	1.200.000	1.715.000	1.200.000	4.850.000	1.200.000	3.805.000	3.805.000
5.	Perpindahan tempat	Butuh area 42x32x58 cm, Alat terpisah	Butuh area 100x38 cm, Alat Terintegrasi	Butuh area 50x 83 cm, Alat terpisah	Butuh area 100x38 cm, Alat Terintegrasi	Butuh area 80x45x55 cm, Alat Terpisah	Butuh area 100x38 cm, Alat Terintegrasi	Butuh area 22x22x40 cm, Alat terpisah	Butuh area 100x38 cm, Alat Terintegrasi	Butuh area 35x45x65 cm, Alat Terpisah	Butuh area 100x38 cm, Alat Terintegrasi	Butuh area 50x40x32 cm, Alat Terpisah	Butuh area 100x38 cm, Alat Terintegrasi
6.	Kemudahan pengguna	Cukup mudah	Mudah	Cukup Mudah	Mudah	Cukup mudah	Mudah						
7.	Ergonomi	Kurang Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	Kurang Baik	Baik	Kurang Baik	Baik	Kurang Baik	Baik
8.	Hasil	Baik	Baik	Baik	Baik	Cukup Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik

(Sumber: Tokopedia & Hasil Analisis, 2021)

Berdasarkan tabel komparasi diatas, analisis kekurangan dan kelebihan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.5 Kekurangan dan Kelebihan Produk Existing dan Produk Pellet Processor

No.		Kekurangan	Kelebihan
1.	Produk Existing	<ol style="list-style-type: none"> Berdasarkan percobaan, total waktu pengolahannya adalah 263 menit atau 4,38 jam. Jenis Alat yang digunakan untuk semua prosesnya ada 6 (belum termasuk alat pendukung lainnya seperti baskom, centong, dll), semua alatnya tidak terintegrasi. Diperlukan alat pendukung lain, karena pada setiap step perlu dipindahkan dari satu alat ke alat lainnya. Kapasitas pada produk existing tidak sama rata, jadi pengolahannya bisa jadi berulang. Jika dijumlahkan harga pada produk existing mencapai 21.851.000 rupiah. Ergonomi belum baik, jika produk disusun mengikuti flow kerja tinggi produk tidak sama rata. Pada proses pengeringan limbah harus dituangkan dan diratakan diatas loyang secara manual, jadi terkadang masih ada limbah yang tidak rata sehingga hasil pengeringannya juga tidak merata secara maksimal. Yang kedua, termometer suhu yang masih harus diatur secara manual dan membutuhkan waktu lama untuk mencari suhu yang pas. Yang ketiga, setiap 60 menit sekali limbah harus dicek dan diaduk manual agar keringnya merata. Jika semua alat digabungkan Membutuhkan space tempat yang lebih besar dibanding dengan produk yang akan dirancang. 	<ol style="list-style-type: none"> Pada beberapa proses, muatan bisa lebih banyak. Sumber energi menggunakan listrik
2.	Produk Pellet processor	<ol style="list-style-type: none"> Sumber energi menggunakan listrik dan bensin. 	<ol style="list-style-type: none"> Perkiraan waktunya lebih cepat dibanding Produk Existing (3-3,6 jam). Produk terintegrasi, tidak perlu banyak alat pendukung lainnya. Kapasitas stabil. Perkiraan harga produk 10 juta rupiah dimana harga tersebut bisa lebih murah dibanding membeli alat satuan. Ergonomi sudah sesuai dengan antropometri manusia. Proses penirisan dan pengeringan dilakukan dengan metode berputar sehingga lebih cepat tiris serta dikeringkan menggunakan heater blower sehingga panasnya akan merata. Dimensi produk lebih kecil di banding gabungan produk existing.

(Sumber: Hasil Analisis, 2021)

V. PENUTUP

V.1 Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan konsultasi dengan teknisi mesin, produk ini dapat berfungsi dengan baik sesuai scenario produk yang dirancang serta dapat mempersingkat dan mempermudah user dalam mengolah limbah sayuran menjadi pelet ikan. Proses manual memakan waktu tiga hingga lima hari sedangkan *pellet processor* proses pembuatannya hanya memakan waktu tiga hingga tiga setengah jam untuk menghasilkan 3kg pelet dalam sekali proses, Menurut Dinas Perikanan Kabupaten Pamekasan (DPKP) jika peternak memiliki 8 kolam dengan asumsi 1000 ikan/kolam dan setiap kolamnya memiliki umur yang berbeda maka jumlah kebutuhan pakan per harinya maksimal 5,45kg pelet. Dapat disimpulkan untuk memenuhi kebutuhan pakan harian, pengolahan pelet dengan *pellet processor* membutuhkan dua kali proses.

Produk ini juga membuat sistem mekanis alatnya lebih sederhana dibandingkan produk *existing* (komponennya terintegrasi dan lebih terstruktur). Produk sudah disesuaikan dengan kebutuhan desain sehingga mudah diaplikasikan. Mesin *existing* skala industri saat ini membutuhkan lima alat terpisah yang masing-masing alat berukuran tinggi kurang lebih 150cm hingga 1.800 cm. Sedangkan *pellet processor* memiliki dimensi 960x380 cm hanya dengan satu alat saja. Bahkan menurut data *pellet processor* lebih baik dari

produk *existing* skala rumahan. Dari segi ergonomi, *pellet processor* sudah disesuaikan dengan antropometri manusia sehingga user dapat menggunakan produk dengan nyaman.

Kekurangan pada produk ini yaitu, masih menggunakan dua sumber energi (listrik dan bensin), hal ini dikarenakan keterbatasan pada kondisi user yang ditujukan kepada para peternak ikan lele yang harus bisa berfungsi di skala rumahan. Sedangkan jika sumber energi hanya menggunakan listrik saja tidak akan bisa diaplikasikan dalam skala rumahan karena watt nya yang terlalu tinggi.

V.2 Saran

Peluang penelitian yang bisa dibuka dari hasil perancangan ini yaitu:

1. Pengembangan desain menggunakan baterai dengan kontroler sebagai sumber energi pada produk ini.
2. Penelitian tentang nilai gizi yang terkandung dalam pelet dari sayuran, dilakukan oleh orang yang berkompeten dibidang ini. Contohnya seperti bidang analisis kimia, perikanan, gizi dll

DAFTAR PUSTAKA

A. Buku Literatur

Gelbert, M., Prihanto, D., dan Suprihatin, A. 1996. Konsep PendidikanLingkungan Hidup dan Wall Chart. *Buku Panduan Pendidikan Lingkungan Hidup*, PPPGT/VEDC, Malang.

- Muktiani AJ, Achmadi BIM, Tampoebolon, Setyorini R. 2013. *Pemberian silase limbah sayuran yang disuplementasi dengan mineral dan alginat sebagai pakan domba*. J Pengembangan Peternakan Tropis. 2:144-150.
- Oomen, H.A.P.C. 1984. *Si Hijau yang Cantik Aneka Sayuran Daun Hijau di Indonesia*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Retnani, Y., Tamesworo, S., Khotidjah, L., dan Saenab, A. 2014. *Pemanfaatan Wafer Limbah Sayuran Pasar untuk Ternak Domba*. JITPP. 19
- Suprihatin et al. 1996. *Pengelolaan Sampah*. Malang: PPGT/PPEDC Malang.
- B. Laporan Penelitian**
- Abdullah, Pi, A., and Widyaiswara. 2019. *Peranan Alat Dan Mesin Dalam Membuat Pakan Ikan*. Balai Pelatihan dan Penyuluhan Perikanan Medan. Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Dadang S. 2003. *Pembesaran Ikan Kapper di Kolam Jaring Apung, Modul: Pengolaan Pemberian Pakan Budidaya Ikan Air Tawar*. Program Keahlian Budidaya Ikan Air Tawar. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan Departemen Pendidikan Nasional (BDI-R/2/2.2)
- Ihsan Febriadi. 2019. *“Pemanfaatan Sampah Organik Dan Anorganik Untuk Mendukung Go Green Concept Di Sekolah.”* Abdimas: Papua Journal of Community Service, 1(1), 32–39.
- Mansy. 2002. *Komposisi Beberapa Jenis Limbah Sayuran*. Fapet IPB. Bogor
- Maria R.A. 2016. *Pengaruh Variasi Konsentrasi Pelet Sayur Kubis dan Sawi sebagai Sumber Pakan terhadap Pertumbuhan Ikan Nila (Oreochromis niloticus) pada Kolam Semen di Desa Beran, Bantul*. Universitas Sanata Dharma Yogyakarta
- Rusmana D, Abun, Saefulhadjar D. 2007. *Pengaruh pengolahan limbah sayuran secara mekanis terhadap kecernaan dan efisiensi penggunaan protein pada ayam kampung super*. Jakarta (Indonesia): LIPI.
- Saenab A. 2010. *Evaluasi pemanfaatan limbah sayuran pasar sebagai pakan ternak ruminansia di DKI Jakarta*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jakarta
- Santoso, Adi. 2010. *Produksi Biogas Dari Limbah Rumah Makan Melalui Peningkatan Suhu Dan Penambahan Urea Pada Perombakan Anaerob*. Fakultas MIPA. Universitas Sebelas Maret

C. Publikasi Elektronik

Abdurrosyid. 2018. *Menghitung Kebutuhan Pakan Lele Per Hari*.

<https://www.kampustani.com/menghitung-kebutuhan-pakan-lele-per-hari/>. 22 Januari 2021.

Erlita, Y. 2017. *Limbah Pasar Sebagai Pakan Alternatif Hijauan Untuk Ternak*.

<https://sumbarprov.go.id/home/news/9614-limbah-pasar-sebagai-pakan-alternatif-%20hijauan-untuk-ternak.html>. 20 April 2020.

Hartono, D. S. 2020. *Pakan Ikan yang Tepat*. Disnakan Kab. Temanggung.
<https://disnakan.temanggungkab.go.id/home/berita/47/pakan-ikan-yang-tepat>. 17 April 2021.

Ken. 2020. *Mari Mengenal Teknik Budidaya Lele Tingkat Dasar*. Dinas Perikanan Kabupaten Pamekasan.
<https://perikanan.pamekasankab.go.id/>

[mari-mengenal-teknik-budidaya-lele-tingkat-dasar](#). 18 April 2021.

Marliani, N. 2015. *Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga (Sampah Anorganik) Sebagai Bentuk Implementasi dari Pendidikan Lingkungan Hidup*.
Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA, 4(2).

<https://doi.org/10.30998/formatif.v4i2.146>. 20 April 2021.

Zahrotul Milah. 2020. *Mengenal Lebih Dalam Jenis-jenis Pakan Ikan yang Ada di Pasaran*. Artikel Pertanian Terbaru.

<https://www.pertanianku.com/mengenal-lebih-dalam-jenis-jenis-pakan-ikan-yang-ada-di-pasaran/>. 18 April 2021