

Penentuan kriteria desain pengukus singkong menggunakan *Fuzzy-QFD*

Determination of design criteria of cassava steamer using QFD

R. Arief Firmansyah*, Teknologi Industri Pertanian, arief.firmansyah@trunojoyo.ac.id
Khoirul Hidayat, Teknologi Industri Pertanian, khoirul.hidayat@trunojoyo.ac.id

Abstrak

Di industri krepek tette, proses pengukusan singkong bergantung pada kayu bakar sebagai sumber bahan bakar. Kondisi tersebut menyebabkan tahap pengukusan penyumbang jejak karbon terbesar selama proses produksi krepek tette. Untuk mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan, khususnya konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab. Teknologi produksi di UMKM perlu ditingkatkan untuk mencapai tujuan tersebut. Salah satu solusi permasalahan tersebut dengan mendesain ulang pengukus pada proses pengukusan singkong. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi kriteria rancangan pengukus yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Survey dilakukan untuk mengumpulkan data tentang kebutuhan pelanggan dan ditujukan kepada para karyawan yang bekerja di industri krepek tette yang berada di pusat produksi krepek tette, Desa Blumbungan, Pamekasan. Seluruh data kualitatif dianalisa menggunakan logika fuzzy untuk mengkuantifikasikan nilai kebutuhan pelanggan dan karakteristik teknik pengukus yang dirancang. *House of Quality* yang merupakan matriks pertama dari QFD digunakan untuk mendapatkan karakteristik teknik prioritas. Hasil olah data didapatkan 12 kebutuhan pelanggan namun 1 atribut memiliki bobot kepentingan pelanggan dibawah nilai minimal. Dari hasil menerjemahkan kebutuhan pelanggan ke karakteristik teknik didapatkan 10 atribut. Logika fuzzy digunakan untuk merangking karakteristik teknik yang memenuhi kebutuhan pelanggan sehingga didapatkan 8 atribut yang digunakan sebagai kriteria desain pengukus. Kriteria desain pengukus singkong meliputi, sistem pembakaran menggunakan elemen pemanas, menggunakan material *stainless steel*, mesin dirancang modular, menggunakan LPG sebagai bahan bakar, input dan *output process* dari sisi yang sama, distribusi suhu dan uap air merata dan mengukus di bawah tekanan udara.

Kata kunci: *Fuzzy-QFD; singkong; krepek tette; pengukus*

Abstract

In the krepek tette industry, the steaming process is dependent on wood as fuel. The condition makes the steaming process contributes significantly to the resulting carbon footprint. To support sustainable development goals (SDGs), explicitly ensuring sustainable consumption and production pattern. The production process technology in SMEs needs to be upgraded to achieve sustainable production. One of the solutions is to re-design the steamer for the steaming process of raw cassava. The research aims to investigate criteria steamer design that meets customer needs. The survey gathered data about customer requirements and pointed to employees in the krepek tette industry located in central production, Blumbungan sub-district, Pamekasan. All qualitative data were analyzed using fuzzy logic to quantify the value of customer requirements and engineering characteristics. House of Quality, the first matrix of QFD, was used to obtain engineering characteristics priority. There was 12 attribute of customer requirements; however, one attribute failed to meet minimum customer importance

weight criteria. Translating customer requirements to engineering characteristics obtain ten attributes. Using fuzzy logic to rank engineering characteristics that meet customer requirements, obtain eight attributes for the design criteria of cassava steamer. The attributes were ignition system used heat element, stainless steel, the design used modular systems, used LPG fuel, input, and output process from the same side, temperature and steam disperse equally, and used under steam pressure.

Keywords: Fuzzy-QFD; cassava; krepek tette; steamer

Pendahuluan

Krepek tette merupakan salah satu produk olahan singkong dan makanan ringan khas Kabupaten Pamekasan. *Krepek tette* banyak diproduksi oleh unit usaha mikro kecil dan menengah (UMKM) di Pamekasan yang umumnya masih menggunakan, teknologi proses sederhana. Ulya et al., (2020) menyimpulkan bahwa produksi krepek tette memiliki dampak lingkungan yang tinggi berdasarkan analisis daur hidup (LCA), terutama pada proses pengukusan singkong. Pengukusan adalah salah satu tahapan dalam proses produksi *krepek tette* (Tamami, 2013). Proses pengukusan memiliki dampak lingkungan yang tinggi karena menggunakan kayu bakar. Penggunaan kayu bakar memberikan kerugian termasuk tindakan yang tidak berkelanjutan, menyebabkan deforestasi, penurunan kualitas tanah, hilangnya keanekaragaman hayati dan emisi karbon dioksida karena alih fungsi lahan (Petrokofsky et al., 2021).

Sejalan dengan sustainable development goals, pada tujuan ke-12, yaitu produksi dan konsumsi yang bertanggung jawab, diperlukan pengembangan teknologi produksi yang ramah lingkungan (Siddique & Lee, 2019) dan memiliki efisiensi tinggi (Dmitriev et al., 2020; Rashed et al., 2019). Melalui pengembangan teknologi proses yang berkelanjutan dihasilkan produk hijau yang dapat memenuhi kebutuhan konsumen terhadap produk yang aman, berkualitas dan

ramah lingkungan (de Boer, 2003; MGM et al., 2020).

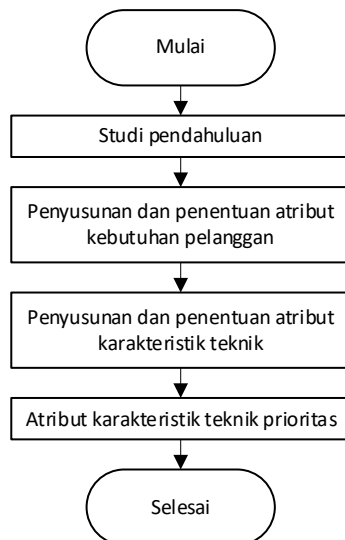
Oleh karena itu, untuk menekan dampak lingkungan yang dihasilkan oleh proses pengukusan singkong pada tahap produksi krepek tette, perlu ada pengembangan teknologi produksi dengan kriteria ramah lingkungan dan efisien. Salah satu metode untuk merancang sebuah produk adalah metode QFD. Metode QFD terdiri dari empat matirks, yaitu matriks desain, detail, proses dan produksi (Lin et al., 2004) Untuk tahap awal perancangan produk digunakan matriks pertama metode QFD yang didalamnya terdapat matriks yang disebut HoQ (*House of Quality*). Metode QFD telah digunakan dalam pengembangan produk untuk desain mesin atau peralatan (Andjar Sari et al., 2018; Anizar et al., 2018; Lin et al., 2004; Melemez et al., 2013; Mistarihi et al., 2020; Nurmisanto et al., 2018; Zadry et al., 2015) bahkan dimanfaatkan untuk pengembangan produk pangan (Bevilacqua et al., 2012; Hidayat et al., 2019; Indriati et al., 2021; Lukman & Wulandari, 2018; Santoso et al., 2017)

Penelitian ini bertujuan untuk merancang kebutuhan teknis mesin pengukus singkong berdasarkan kebutuhan konsumen dengan menerapkan metode QFD. Definisi konsumen pada penelitian ini adalah para produsen krepek tette, baik UMKM atau perorangan. Penelitian ini merupakan tahap awal dalam peta jalan

untuk merancang pengukus singkong untuk produksi krepek tette.

Metode Penelitian

Tahapan dan metode yang digunakan pada penelitian ini diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Tahapan penelitian

Studi Pendahuluan

Untuk memahami kondisi proses dan karakteristik dari pengukus yang dirancang. Studi pendahuluan dilakukan melalui pengamatan proses produksi *krepek tette*. Pengamatan dilakukan pada setiap proses produksi sejak penerimaan bahan baku hingga produk telah dikemas. Observasi menggunakan teknik *shadowing*. Pada teknik *shadowing*, pengamat mengikuti dan mencatat aktivitas objek selama aktivitas (Bergström et al., 2008). Manfaat dari teknik ini adalah pengamatan dapat mencakup atribut yang lebih luas, tidak memerlukan peralatan bantu tambahan dan cocok untuk pengambilan jumlah data sedikit (Cash et al., 2015). Selama pengamatan, setiap proses dicatat dengan mempertimbangkan atribut berikut, alat/ mesin yang digunakan, sumber daya untuk menggunakan alat dan bagaimana alat beroperasi.

Penyusunan dan penentuan atribut kebutuhan pelanggan

Hasil studi awal menjadi pedoman dalam menyusun atribut kebutuhan pelanggan. Untuk menyusun atribut tersebut dilakukan melalui kegiatan *brainstorming*. Kegiatan *brainstorming* adalah contoh metode kolaborasi yang dapat digunakan untuk mengembangkan produk atau perangkat lunak baru pada berbagai tahap, tahap perencanaan atau mendefinisikan tahap persyaratan (Kaeri et al., 2020). *Brainstorming* menggunakan cara *brainwriting*, di mana ide-ide yang muncul dituliskan oleh setiap anggota tim (Bonnardel & Schuman, 2020). Melalui penggunaan cara *brainwriting*, diharapkan salah satu dari tiga faktor penghambat kinerja *brainstorming* dapat ditekan, yaitu *Production blocking*. (Zainol et al., 2012). *Production blocking* ini muncul ketika dalam satu kelompok diskusi ada kompetisi untuk menyampaikan gagasan sehingga dapat menurunkan minat selama proses menunggu untuk menyampaikan gagasan tersebut. *Brainstorming* melibatkan tim desain yang terdiri dari dosen dan mahasiswa di laboratorium teknologi dan komputasi, yang bidang studinya adalah desain produk. Melalui keterlibatan tim desain, faktor *ownership of the topic* selama proses *brainstorming* dapat meningkatkan kinerja *brainstorming* (Zainol et al., 2012). Literatur review juga dilakukan dengan menganalisis berbagai sumber referensi dari buku, jurnal dan peraturan pemerintah yang dilakukan untuk mendukung hasil *brainstorming*.

Pengumpulan data kebutuhan pelanggan dilakukan dengan menggunakan kuesioner yang berisi atribut yang telah disusun dari tahap *brainstorming* dan literatur review. Pengumpulan data menggunakan kuesioner ini bertujuan untuk mengidentifikasi pendapat dan gagasan responden terhadap produk yang

dikembangkan (Zadry et al., 2015). Penyebaran kuesioner terbatas pada individu yang bekerja dalam proses pengukusan singkong pada UKM *krepek tette*. Responden memberi peringkat atribut kebutuhan pelanggan dengan mengisi skala likert, antara 1-5 di mana nilai 1 untuk tidak penting dan nilai 5 sangat penting. Data yang dikumpulkan kemudian diuji untuk validitas dan reliabilitas (Zadry et al., 2015). Data dinyatakan valid ketika nilai R yang dihitung lebih besar dari nilai R tabel atau nilai signifikansi kurang dari 0,05. Data dinyatakan dapat diandalkan ketika nilai alfa Cronbach lebih besar dari 0,70.

Untuk menghindari penilaian responden yang subjektif dan tidak jelas (*vague*) terhadap hasil penilaian yang terjadi pada penggunaan metode QFD (Lin et al., 2004), teori set fuzzy dan traingular fuzzy number dapat digunakan untuk mengasesmen penilaian tersebut (Chan et al., 1999). Pemeringkatan atribut kebutuhan pelanggan menggunakan metode fuzzy yang dikembangkan oleh Chan et al., (1999)

Penyusunan dan penentuan atribut karakteristik teknik

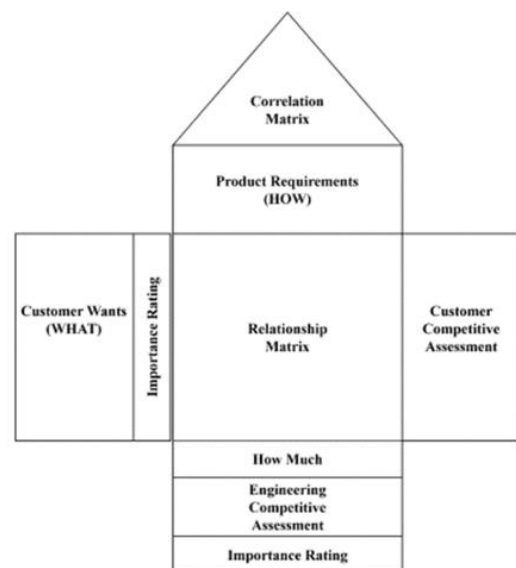
Atribut kebutuhan pelanggan kemudian diterjemahkan dalam bentuk karakteristik teknik atau kebutuhan teknik untuk merancang pengukus singkong. Proses penerjemahan kebutuhan pelanggan ini dilakukan melalui kegiatan *benchmarking* dan *reverse engineering* terhadap produk serupa.

Hasil penyusunan atribut karakteristik teknik kemudian dikorelasikan dengan atribut kebutuhan pelanggan berdasarkan metode *quality function deployment* (QFD). Metode ini dibatasi hanya pada penyusunan matrik *house of quality* (HoQ). Rancangan dari matrik HoQ terdiri atas 5 bagian, yaitu *customer wants* (WHAT), *customer competitive assesment*, *product requirement* (HOW), *correlation matrix* dan *relationship*

matrix (Hidayat et al., 2019) yang diilustrasikan pada Gambar 2. Penelitian ini berfokus pada penyusunan HoQ pada bagian kebutuhan pelanggan (what), karakteristik teknik (how), dan *relationship matrix*, yaitu hubungan antara kebutuhan pelanggan dan karakteristik teknik.

Atribut karakteristik teknik prioritas

Atribut karakteristik teknik prioritas didapatkan dari *relationship matrix* dari matriks HoQ. Proses ini bertujuan untuk menunjukkan hubungan antara kebutuhan pelanggan dan karakteristik teknik, dengan mengkategorikannya dalam hubungan kuat, sedang, lemah dan tidak ada hubungan (Lukman & Wulandari, 2018). Untuk kuantifikasi, kategori tersebut diberi nilai skala, 1 untuk hubungan lemah, 3 untuk hubungan sedang, 9 untuk hubungan kuat dan kosong untuk tidak ada hubungan



Gambar 2 HoQ, matriks pertama metode QFD (Benner et al., 2003)

Hasil dan Pembahasan

Studi pendahuluan

Kondisi pengolahan singkong menjadi *krepek tette* diilustrasikan pada Gambar 4. Proses pengukusan adalah proses yang membedakan antara pembuatan *krepek tette* dan keripik singkong. Proses pengukusan

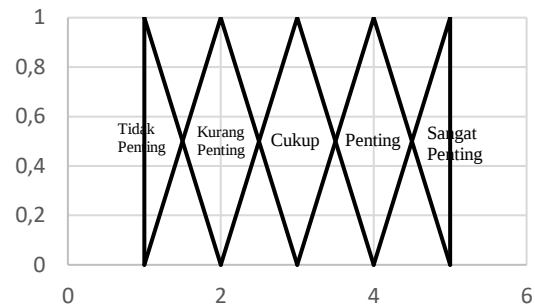
yang saat ini digunakan mengandalkan panci aluminium. Pengukusan menggunakan tungku dengan bahan bakar kayu bakar. Proses ini memakan waktu 3-6 jam. Oleh karena itu, proses pengukusan beroperasi pada malam hari untuk menghindari keterlambatan saat menunggu singkong selesai dikukus. Proses pengukusan berada di ruangan yang tidak ada pemisahan antara asap dari kayu bakar dan uap dari proses pengukusan.

Penyusunan dan penentuan atribut kebutuhan pelanggan

Hasil brainstorming dan tinjauan literatur mendapatkan 12 atribut kebutuhan pelanggan. Atribut kebutuhan pelanggan ditunjukkan pada Tabel 1. Hasil uji validitas dan realibilitas terhadap atribut kebutuhan pelanggan disimpulkan bahwa seluruh atribut valid dan reliable.

Data hasil kuisiner selanjutnya diperingkat menggunakan triangular fuzzy number (TFN) dengan penyesuaian terhadap fuzzy set yang dikembangkan oleh Chan et al., (1999). Ilustrasi dari fuzzy set disajikan pada Gambar 3. Hasil pembobotan terhadap atribut kebutuhan pelanggan didapatkan 1 atribut kebutuhan pelanggan, yaitu “lebih sedikit menggunakan air untuk mengukus singkong” yang tidak memenuhi persyaratan, yang nilai bobotnya kurang dari

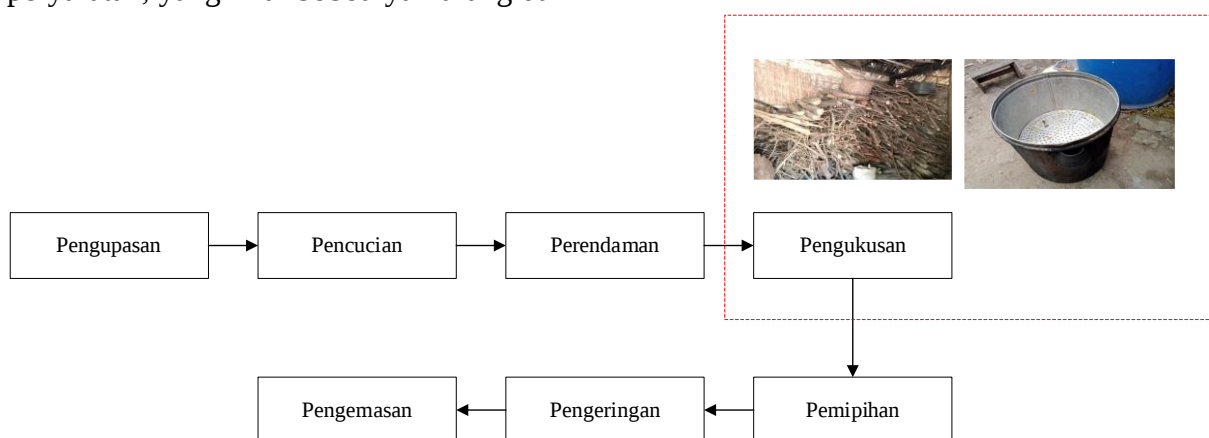
4. Atribut kebutuhan pelanggan yang digunakan untuk proses selanjutnya diilustrasikan pada Gambar 5 bagian kebutuhan pelanggan.



Gambar 3 Fuzzy set untuk rangking kebutuhan pelanggan

Tabel 1 Atribut kebutuhan pelanggan

Bahan material pengukus tidak mudah karat
Pengukus aman saat digunakan
Pengukus harus tahan lama (awet)
Pengukus mudah dibersihkan
Pengoperasian pengukus mudah
Bahan material pengukus tidak boleh menyerap air
Membutuhkan waktu lebih cepat untuk mengukus singkong
Pengukus mudah dibongkar pasang
Pengukus mudah dipindahkan
Membutuhkan bahan bakar lebih sedikit untuk mengukus singkong
Harga murah
Lebih sedikit menggunakan air untuk mengukus singkong



Gambar 4 Tahap produksi krepek tette

Kebutuhan pelanggan		Karakteristik teknik										
		Bobot kepentingan pelanggan	material stainless steel	mengukus di bawah tekanan	distribusi suhu dan uap air tersebar merata	berbahan bakar LPG	rancangan disusun sistem modul	spare part tersedia di pasaran	proses input dan output bahan baku dari satu sisi yang sama	dilengkapi sistem penggerak	pengapian menggunakan elemen pemanas	bagian handle menggunakan material isolator panas
	Bahan material pengukus tidak mudah karat	4,8 6	9									
	Pengukus aman saat digunakan	4,8 6				3			9		9	9
	Pengukus harus tahan lama (awet)	4,8 1	9					3				
	Pengukus mudah dibersihkan	4,7 1	9				9		3		9	
	Pengoperasian pengukus mudah	4,7 1							3		9	
	Bahan material pengukus tidak boleh menyerap air	4,6 2	3									
	Membutuhkan waktu lebih cepat untuk mengukus singkong	4,6 2		3	3	3					3	
	Pengukus mudah dibongkar pasang	4,4 5					9				3	
	Pengukus mudah dipindahkan	4,4 3					9			3		
	Membutuhkan bahan bakar lebih sedikit untuk mengukus singkong	4,3 1		9	9	9					9	
	Harga murah	4,1 0	9			9		3			3	
nilai absolut		180, 1	52, 6	52, 6	104, 1	122, 4	26, 7	72, 0	13, 3	206, 9	43, 7	
nilai absolut relatif		0,21	0,0 6	0,0 6	0,12	0,14	0,0 3	0,0 8	0,0 2	0,24	0,0 5	
peringkat prioritas		2	7	6	4	3	9	5	10	1	8	

Gambar 5 Relationship matrix rancangan pengukus singkong

Penyusunan dan penentuan karakteristik teknik

Atribut karakteristik teknik yang diterjemahkan dari atribut kebutuhan pelanggan diilustrasikan pada Gambar 5 bagian karakteristik teknik. Korelasi antara kebutuhan pelanggan dan karakteristik teknik diilustrasikan dalam bentuk *relationship matrix* seperti pada Gambar 5. *Relationship matrix* bertujuan untuk mendapatkan atribut karakteristik teknik yang prioritas berdasarkan kebutuhan

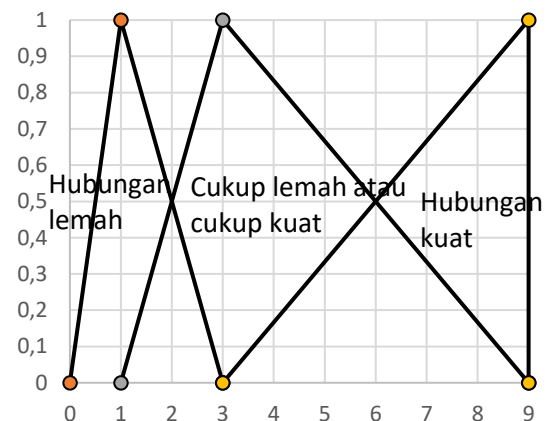
pelanggan. Penilaian korelasi antara kebutuhan pelanggan dan karakteristik teknik dilakukan oleh pakar desain alat dan mesin pertanian. Hasil penilaian korelasi ditransformasi dalam bentuk fuzzy set yang diilustrasikan pada Gambar 6. Berdasarkan hasil pembobotan didapatkan peringkat atribut karakteristik teknik yang prioritas yang juga tersaji pada Gambar 5.

Atribut karakteristik teknik yang tertinggi adalah penggunaan elemen pemanas pada bagian pengapian. Atribut

tertinggi kedua adalah penggunaan stainless steel sebagai material utama pengukus. Sedangkan atribut terendah adalah fasilitas pendukung sistem penggerak. Penggunaan elemen pemanas dalam bentuk *infrared gas burner* dapat menghemat energi dan konsumsi bahan bakar gas sekitar 55% (Keangin et al., 2021) dibandingkan model konvensional (Charoenlerdchanya et al., 2018). Keuntungan dari pemanas jenis ini tidak menghasilkan asap, pengaplikasian yang bersih dan mudah dikontrol sesuai keinginan (Keangin et al., 2021). Oleh karena itu, elemen pemanas yang digunakan dalam perancangan pengukus menggunakan jenis elemen pemanas *infrared gas burner* yang menggunakan sumber bahan bakar LPG.

Penggunaan material stainless steel sebagai material utama rancangan pengukus memberikan manfaat tahan terhadap korosi pada suhu tinggi dan tersedia di pasaran (Bantu et al., 2018). Manfaat lainnya dari penggunaan material ini adalah durabilitasnya, kemudahan dalam mempabrikasi, tahan panas, mampu mempertahankan rasa dan warna produk, dan mudah dibersihkan (Witjaksono et al., 2018). Penggunaan material stainless steel untuk proses pengukusan juga telah digunakan oleh Radi et al., (2021) untuk proses produksi tahu yang lebih efisien, lebih cepat dan hemat bahan bakar. Widiyanto et al., (2021) menggunakan material stainless steel untuk proses pengukusan nugget ikan dapat menghemat bahan bakar hingga 67% dari penggunaan bahan bakar teroritits. Witjaksono et al., (2018) menggunakan material stainless steel untuk merancang pengukus keripik samiler yang berhasil menurunkan kebutuhan bahan bakar hingga 43% dan menurunkan waktu proses pengukusan hingga 60%. Oleh karena itu, untuk perancangan pengukus

singkong digunakan stainless steel untuk material utama pengukus.



Gambar 6 Fuzzy set untuk rangking karakteristik teknik

Berdasarkan nilai relatif absolut yang disajikan pada Gambar 5, dapat diketahui tingkat pencapaian kebutuhan pelanggan terhadap nilai peringkat karakteristik teknik (Indriati et al., 2021). Pemilihan 8 karakteristik teknik hasil pemeringkatan yang tersaji pada Gambar 5 telah mampu memenuhi 96% kebutuhan pelanggan. Nilai capaian tersebut cukup untuk memenuhi kebutuhan pelanggan sehingga untuk tahap perancangan konseptual pengukus singkong hanya menggunakan 8 kriteria desain, yaitu pengapian menggunakan elemen pemanas, material stainless steel, rancangan disusun sistem modul, berbahan bakar LPG, proses input dan output bahan dari satu sisi yang sama, distribusi suhu dan uap air tersebar merata, dan mengukus di bawah tekanan udara.

Simpulan

Kriteria desain pengukus singkong berhasil didapatkan menggunakan metode Fuzzy-QFD. Kriteria desain tersebut didapatkan dari matriks hubungan antara kebutuhan pelanggan dan karakteristik teknik hasil menerjemahkan kebutuhan pelanggan. Dari 10 karakteristik teknik, hanya digunakan 8 karakteristik teknik

untuk menjadi kriteria desain pengukus singkong untuk produksi krepek tette. Delapan kriteria desain tersebut mampu memenuhi 96% kebutuhan pelanggan hasil survey. Kriteria desain tersebut antara lain pengapian menggunakan elemen pemanas, material stainless steel, rancangan disusun sistem modul, berbahan bakar LPG, proses input dan output bahan dari satu sisi yang sama, distribusi suhu dan uap air tersebar merata, dan mengukus di bawah tekanan udara.

Daftar Pustaka

- Andjar Sari, S., Vitasari, P., & L. A., S. (2018). Pengembangan Desain Mesin Penghancur Kotoran Kambing Dengan Menggunakan Metode QFD. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri*, 4(2), 29–34.
<https://doi.org/10.36040/jtmi.v4i2.243>
- Anizar, Siregar, I., Yahya, I., & Yesika, N. (2018). Application of Quality Function Deployment (QFD) method and kano model to redesign fresh fruit bunches sorting tool. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng* , 309.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/309/1/012048>
- Bantu, A. A., Nuwagaba, G., Kizza, S., & Turinayo, Y. K. (2018). Design of an Improved Cooking Stove Using High Density Heated Rocks and Heat Retaining Techniques. *Journal of Renewable Energy*, 2018, 1–9.
<https://doi.org/10.1155/2018/9620103>
- Benner, M., Linnemann, A. R., Jongen, W. M. F., & Folstar, P. (2003). Quality Function Deployment (QFD)—can it be used to develop food products? *Food Quality and Preference*.
[https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(02\)00129-5](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(02)00129-5)
- Bergström, M., Ericson, Å., Larsson, M., Nergård, H., Larsson, T., & Renström, B. (2008). Needs as a basis for design rationale. *Proceedings DESIGN 2008, the 10th International Design Conference*, 281–288.
- Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E., & Marchetti, B. (2012). Development and test of a new fuzzy-QFD approach for characterizing customers rating of extra virgin olive oil. *Food Quality and Preference*.
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.09.005>
- Bonnardel, N., & Schuman, R. (2020). Brainstorming Variants to Favor Creative Design. *Appl Ergon*, Feb(83), 1–31.
- Cash, P., Hicks, B., Culley, S., & Adlam, T. (2015). A foundational observation method for studying design situations. *Journal of Engineering Design*, 26(7–9), 187–219.
<https://doi.org/10.1080/09544828.2015.1020418>
- Chan, L. K., Kao, H. P., Ng, A., & Wu, M. L. (1999). Rating the importance of customer needs in quality function deployment by fuzzy and entropy methods. *International Journal of Production Research*, 37(11), 2499–2518.
<https://doi.org/10.1080/002075499190635>
- Charoenlerdchanya, A., Rattanadecho, P., & Keangin, P. (2018). Experimental and numerical investigations of heat transfer and thermal efficiency of an infrared gas stove. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 297(1).
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/297/1/012034>
- de Boer, I. J. M. (2003). Environmental impact assessment of conventional and organic milk production. *Livestock Production Science*, 80(1–2), 69–77.
[https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00322-6](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00322-6)

- Dmitriev, A., Ziganshin, B., Khaliullin, D., & Aleshkin, A. (2020). Study of efficiency of peeling machine with variable deck. *Engineering for Rural Development*, 19, 1053–1058. <https://doi.org/10.22616/erdev.2020.19.tf249>
- Hidayat, K., Mu'tamar, M. F. F., Firmansyah, R. A., & Illahi, W. (2019). Instant Corn Rice Product Development. *Jurnal Teknik Industri*, 20(2), 117. <https://doi.org/10.22219/jtiumm.vol20.no2.117-127>
- Indriati, A., Andriana, Y., Mayasti, N. K. I., Iwansyah, A. C., Luthfiyanti, R., Agustina, W., & Gasong, L. S. (2021). PENGEMBANGAN PRODUK ROWE LUWA MENGGUNAKAN METODE QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD). *AGROINTEK*, 15(2), 639–648. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v15i2.9309>
- Kaeri, Y., Sugawara, K., Moulin, C., & Gidel, T. (2020). Advanced Engineering Informatics Agent-based management of support systems for distributed brainstorming. *Advanced Engineering Informatics*, 44(December 2018), 101050. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2020.101050>
- Keangin, P., Charoenlerdchanya, A., & Rattanadecho, P. (2021). NUMERICAL STUDY OF THE FACTORS THAT AFFECT THERMAL EFFICIENCY DURING INFRARED GAS STOVE HEATING. *International Journal of GEOMATE*, 21(85), 123–129. <https://doi.org/10.21660/2021.85.9375>
- Lin, M.-C., Tsai, C.-Y., Cheng, C.-C., & Chang, A. (2004). Using Fuzzy QFD for Design of Low-end Digital Camera. *International Journal of Applied Science and Engineering*, 2, 3.
- Lukman, M., & Wulandari, W. (2018). Peningkatan Kualitas Produk Cokelat Dengan Integrasi Metode Kano Dan QFD. *Jurnal Teknik Industri*, 19(2), 190–204.
- Melemez, K., di Gironimo, G., Esposito, G., & Lanzotti, A. (2013). Concept design in virtual reality of a forestry trailer using a QFD-TRIZ based approach. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37(6), 789–801. <https://doi.org/10.3906/tar-1302-29>
- MGM, J., Yajid, M. S. A., & Shukri, S. M. (2020). Influence of Nutrient Rich and Eco-Friendly Organic Food Products on the Purchase Intentions of Malaysian Consumers. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 11(1), 791–798. <http://facebook.com>
- Mistarihi, M. Z., Okour, R. A., & Mumani, A. A. (2020). An integration of a QFD model with Fuzzy-ANP approach for determining the importance weights for engineering characteristics of the proposed wheelchair design. *Applied Soft Computing Journal*, 90, 106136. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106136>
- Nurmisanto, E., Wessiani, N. A., & Megawati, R. (2018). Desain alat pengasapan ikan menggunakan pendekatan ergonomi, qfd dan pengujian organoleptik. *MATRIK (Jurnal Manajemen Dan Teknik Industri Produksi)*, 10(2), 68–82.
- Petrokofsky, G., Harvey, W. J., Petrokofsky, L., & Adongo Ochieng, C. (2021). The importance of time-saving as a factor in transitioning from woodfuel to modern cooking energy services: A systematic map. *Forests*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/f12091149>

- Radi, Bairawa, B. P., Putra, R. F., Triwitono, P., & Marheriyanto. (2021). Application of vertical stainless-steel type of steam boiler for home industry of tofu. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 757(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/757/1/012068>
- Rashed, M., Mamun, A., Hanif, A., & Sarker, S. (2019). Present status of adopted agricultural machinery in Sylhet region. *Agric Eng Int*, 21(3), 61–68. <http://www.cigrjournal.org>
- Santoso, I., Sa'adah, M., & Wijana, S. (2017). QFD and fuzzy AHP for formulating product concept of probiotic beverages for diabetic. *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 15(1), 391–398. <https://doi.org/10.12928/TELKOMNIKA.v15i1.3555>
- Siddique, M. A. A., & Lee, P.-U. (2019). A study on the development of an environmental friendly electric driving transplanter. *Precision Agriculture Science and Technology*, 1(1), 43–48. <https://doi.org/10.12972/pastj.20190007>
- Tamami, N. (2013). Peluang Usaha Kuliner Khas Madura Berbahan Singkong Pada Agroindustri Krepek Tette Di Pamekasan. *Agriekonomika*, 2(2301–9948), 40–48.
- Ulya, M., Fuad, M., Mu'tamar, F., & Firmansyah, R. A. (2020). Life cycle assessment of raw and fried tette chips production. *Advances in Food Science, Sustainable Agriculture and Agroindustrial Engineering*, 3(1), 11–16.
- Widianto, T. N., Wullandari, P., Zulfia, N., & Novianto, T. D. (2021). Design and performance test of steamer cabinet for fish jelly products. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 828(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/828/1/012029>
- Witjaksono, A. D., Susanti, A., & Frianto, A. (2018). Increasing productivity in SMEs Samiler crackers by implementing appropriate technology. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 434(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/434/1/012166>
- Zadry, H. R., Rahmayanti, D., Susanti, L., & Fatrias, D. (2015). Identification of Design Requirements for Ergonomic Long Spinal Board Using Quality Function Deployment (QFD). *Procedia Manufacturing*, 3(Ahfe), 4673–4680. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.559>
- Zainol, A. S., Yusof, W. Z. M., Mastor, K. A., Sanusi, Z. M., & Ramli, N. M. (2012). Using Group Brainstorming in Industrial Design Context : Factors Inhibit and Exhibit. *1st National Conference on Environment-Behaviour Studies, Faculty of Architecture, Planning & Surveying*, 49, 106–119. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.07.010>