

Perancangan Alat Bantu Pengupas Kulit Singkong Menggunakan pendekatan *Ergonomic Function Deployment* (Studi Kasus: POSYANTEKDES Ikhlas Ramaku)

Nanda Sagita Aprilia¹, Ilma Mufidah², Erna Febriyanti³, Rosad Ma'ali El Hadi⁴

^{1,2,3,4} Universitas Telkom, Bandung

nandasag@student.telkomuniversity.ac.id¹, ilmamufidah@telkomuniversity.ac.id², Erna Febriyanti@telkomuniversity.ac.id³, rosadm@telkomuniversity.ac.id⁴

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara di dunia yang paling banyak memproduksi singkong (*Manihot esculenta Crantz*). Di Jawa Barat terdapat UKM yang memproduksi singkong menjadi camilan berupa emping singkong, salah satunya POSYANTEKDES Ikhlas Ramaku yang berlokasi di Desa Rajamandala Kulon, Kabupaten Bandung Barat. Pada proses produksi, terdapat permasalahan pada proses pengupasan kulit singkong. Proses pengupasan kulit singkong masih menggunakan pisau dapur dan berdasarkan hasil *risk assessment*, proses pengupasan menggunakan pisau memiliki risiko kecelakaan seperti pisau dapat melukai operator, pisau yang digunakan renggang serta adanya gerakan repetitif dan postur canggung operator dapat memicu risiko terkena *Musculoskeletal Disorder* (MSDs) dimasa yang akan datang. Skor REBA pada postur kerja operator yaitu 10, artinya postur kerja operator memiliki risiko tinggi dan perlu perubahan. Selain itu, Skor *Nordic Body Map* pada operator 1 dan 2 sebesar 76 dan 72, yang artinya perlu dilakukan perubahan postur. Salah satu treatment dari hasil *risk assessment* yang dapat dilakukan untuk mengurangi risiko kecelakaan kerja yaitu dengan menggunakan alat bantu. Perancangan desain alat bantu menggunakan pendekatan EFD (*Ergonomic Function Deployment*) untuk menghasilkan produk yang ergonomis dan sesuai dengan kebutuhan operator. Dengan menggunakan rancangan alat bantu usulan, skor REBA berubah menjadi 3. Nilai tersebut dapat mengurangi risiko operator terkena MSDs.

Kata kunci: Proses pengupasan kulit singkong, MSDs, REBA, NBM, *Risk Assessment*, EFD

ABSTRACT

Indonesia is one of the countries in the world that produces the most cassava (*Manihot esculenta Crantz*). In West Java, there is SME that produce cassava as a snack in form of cassava chips, which is POSYANTEKDES Ikhlas Ramaku located in Rajamandala Kulon Village, West Bandung Regency. In the production process, there are problems in the process. The cassava peeling process uses a kitchen knife and based on the risk assessment result, peeling process using a knife has a risk of accidents such as the knife can injure the operator, the knife used is tenuous also the repetitive motion and awkward postures by operator can trigger the risk of developing *Musculoskeletal Disorder* (MSDs) in the future. The REBA score on the operator's work posture is 10, meaning that the operator's work posture has a high risk and needs changes. Moreover, the *Nordic Body Map* scores for operator 1 and 2 are 76 and 72, which means that a change in posture is necessary. One of the treatments from risk assessment result that can be done to reduce the risk of work accidents is by using a proposed tool. The tool's design uses the EFD (*Ergonomic Function Deployment*) approach to produce ergonomic products and in accordance with the operator's needs. By using the proposed tool design, the REBA score was changed to 3. This value can reduce the operator's risk of MSDs

Kata kunci: Cassava skin peeling process, MSDs, REBA, NBM, *Risk Assessment*, EFD

1. PENDAHULUAN

Saat ini singkong diproduksi lebih dari 100 negara dan memenuhi kebutuhan kalori harian dari jutaan orang yang tinggal di daerah tropis seperti Amerika, Afrika, serta Asia (Parmar et al., 2017). Indonesia sebagai negara agraris merupakan salah satu dari beberapa negara yang aktif menghasilkan singkong. Berdasarkan Tabel 1, Indonesia menempati posisi ke-5 pada produksi singkong di dunia dengan total produksi 16.1 juta ton dan posisi ke-1 ditempati oleh Nigeria dengan jumlah produksi singkong sebanyak 59.5 juta ton (FAOSFAT), 2019.

Tabel 1 Total produksi singkong dunia

Produksi singkong tahun 2018	
Negara	Produksi (Juta Ton)
Nigeria	59.5
Thailand	31.7
Republik Kongo	30.0
Brazil	17.6
Indonesia	16.1

Sumber : *Food and Agriculture Organization Corporate Statical Database*

Seluruh provinsi di Indonesia memproduksi singkong, salah satunya Jawa Barat. Jumlah produksi singkong di Jawa Barat pada tahun 2018 mencapai 1.6 juta ton (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2019). Singkong dapat diolah menjadi berbagai macam pangan seperti makanan ataupun camilan. Tak hanya pangan, singkong juga dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak, bio-etanol, kemasan, serta industri lainnya (Shodiq & Soejoethi, 2020). Jenis-jenis olahan singkong dibidang pangan di Indonesia sangat variatif, contohnya seperti getuk, keripik, kue, brownis, lapis pelangi, emping, dan lain-lain.

Di Jawa Barat, ada salah satu UKM yang mengolah singkong menjadi camilan berupa emping singkong. Emping singkong merupakan salah satu camilan hasil dari singkong yang di haluskan dan kemudian dijemur di bawah sinar matahari hingga kering kemudian di goreng. UKM yang memproduksi emping singkong ini terletak di Desa Rajamandala Kulon, Kecamatan Cipatat, Kabupaten Bandung Barat dan termasuk menjadi bagian dari Pos Pelayanan Teknologi

Desa (POSYANTEKDES Ikhlas Ramaku) yang berpotensi menjadi UKM yang dapat berkembang di Indonesia. Gambar 1 merupakan alur produksi dari pengrajin emping singkong di POSYANTEKDES Ikhlas Ramaku.



Gambar 1 Alur produksi emping singkong

Penulis mendokumentasikan cara mengupas singkong pada POSYANTEKDES Ikhlas Ramaku dan didapatkan teknik mengupas seperti Gambar 2. Operator mengupas kulit singkong dengan cara menyayat singkong hingga bagian *cortex* kemudian dikupas melingkar menggunakan tangan hingga seluruh kulit dari singkong ini terlepas dari dagingnya. Proses pengupasan kulit singkong pada produksi emping singkong di POSYANTEKDES Ikhlas Ramaku menggunakan proses manual dengan waktu 30 menit per 10 kg. Pengupasan singkong merupakan proses yang membutuhkan banyak tenaga kerja dan bila dilakukan secara manual akan menghabiskan banyak waktu serta tidak cocok untuk produksi skala besar(Aji et al.,

2016; Odigboh, 1976). Proses manual dalam mengupas singkong yaitu pengupasan kulit singkong menggunakan pisau yang dipegang dengan erat (Aji et al., 2016) (Samuel & Emmanuel, 2019).



Gambar 2 Proses pengupasan kulit singkong

Penelitian serupa oleh (Kumar et al., 2016) menyatakan bahwa cara mengupas singkong menggunakan pisau menghabiskan banyak waktu dan mengupas merupakan pekerjaan yang repetitif serta menghabiskan banyak waktu. Repetisi pekerjaan saat bekerja merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi ergonomi dan dapat berpotensi menimbulkan *musculoskeletal disorders* (MSDs) (Bridger, 2003). Bila dibandingkan dengan proses pengupasan menggunakan mesin, dalam waktu 35 menit mesin pengupas dapat mengupas singkong sebanyak 100 kg (Odigboh, 1976).

Penulis juga mendokumentasikan postur kerja operator karena ditemukan postur kerja canggung seperti pada Gambar 3. Berdasarkan Pegiardi et al. (2017) aktivitas yang dilakukan dengan postur kerja yang tidak nyaman seperti bekerja dengan posisi jongkok, membungkuk, dan membawa beban tanpa *material handling* dalam jangka waktu yang panjang beresiko menjadi kecelakaan kerja. Operator mengupas kulit singkong dengan posisi jongkok dan dianalisa menggunakan *Rapid Entire Body Assessment* (REBA). REBA merupakan *tools* untuk menganalisis postur seluruh tubuh operator dan dirancang khusus untuk mengetahui jenis postur kerja tak terduga (McAtamney & Hignett, 2004). Setelah dianalisa, didapatkan skor REBA sebesar 10 yang artinya postur kerja operator memiliki risiko tinggi dan memerlukan perubahan postur kerja secepatnya.

Pengupasan kulit singkong dapat mengakibatkan pekerjaan yang berulang-ulang atau repetitif dan postur kerja yang canggung dapat mengakibatkan munculnya risiko *musculoskeletal disorder* (MSDs). MSDs merupakan suatu gangguan yang dapat mengganggu fungsi sendi, ligamen, otot, saraf,

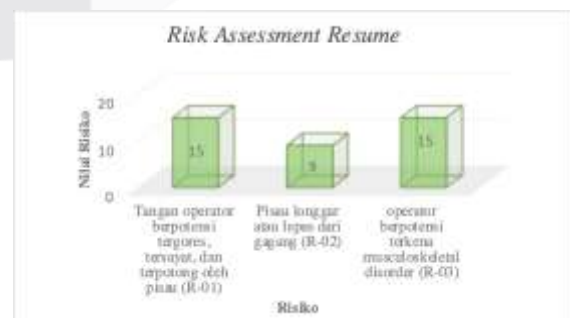
dan tendon serta tulang belakang akibat dari aktivitas yang dilakukan secara berulang-ulang dan dalam jumlah yang banyak (National Institute for Occupational Safety and Health, 1997).



Gambar 3 Postur kerja operator

Untuk mendukung data yang telah diperoleh, penulis juga menyebarkan kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) kepada 2 orang operator yang bertujuan untuk mengetahui keluhan rasa sakit yang dialami oleh operator secara subjektif saat bekerja atau setelah bekerja. Hasil akhir dari NBM dari operator 1 dan operator 2 yaitu 76 dan 72 yang artinya diperlukan perubahan postur.

Risk Assessment atau penilaian risiko perlu dilakukan untuk mengetahui kemungkinan risiko yang berpotensi terjadi pada proses pengupasan kulit singkong. Berdasarkan *risk assessment resume* pada Gambar 4, diketahui ada 3 potensi risiko pada proses pengupasan singkong. R-01 dan R-03 bernilai 15 dengan kategori *high risk* dan R-02 bernilai 9 dengan kategori *medium risk*. Potensi risiko yang terdapat pada proses pengupasan kulit singkong memerlukan *treatment* risiko untuk meminimalisir tingkat risikonya.



Gambar 4 Ringkasan penilaian risiko

Berdasarkan permasalahan yang telah dijabarkan di atas, diperlukan alat bantu

pengupas kulit singkong untuk mengatasi permasalahan seperti postur canggung serta risiko kecelakaan kerja dalam pengupasan kulit singkong untuk meningkatkan kenyamanan serta keamanan operator dalam produksi emping singkong yang ditinjau dari sisi ergonomi. Dalam merancang desain alat bantu pengupas kulit singkong ini digunakan pendekatan *Ergonomic Function Deployment* karena metode ini merupakan pengembangan dari metode QFD dengan pertimbangan disisi ergonomi. Atribut yang digunakan berdasarkan aspek-aspek ergonomi, yaitu EASNE (Efektif, Aman, Sehat, Nyaman, Efisien) maka dapat diketahui keinginan serta *Customer Needs* terhadap alat bantu yang akan diteliti dan perancangan produk dilakukan berdasarkan keinginan serta kebutuhan operator pengupas kulit singkong.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Risk Assessment

Risk Assessment merupakan penilaian risiko untuk mengetahui tingkat risiko pada suatu proses. Langkah-langkah yang terdapat pada *risk assessment* yaitu identifikasi risiko, analisis risiko, serta evaluasi risiko (AS/NZS ISO 31000, 2009).

2.1.1 Identifikasi Risiko

Tahap pertama yang dilakukan yaitu dengan melakukan identifikasi risiko. Perusahaan terkait harus menentukan sumber risiko, bagian yang terdampak, serta dampak dari potensi kejadian/peristiwa. Tujuan dari tahap ini yaitu untuk menghasilkan daftar risiko berdasarkan kejadian yang mungkin membuat, meningkatkan, mencegah, menurunkan, mempercepat, atau menunda proses mencapai tujuan.

2.1.2 Analisis Risiko

Proses analisis risiko melibatkan *likelihood* serta *consequences* dari risiko yang telah diidentifikasi sebelumnya, untuk menentukan level risiko. *Likelihood* serta *Consequences* dapat ditentukan dengan membuat model dari suatu peristiwa atau serangkaian peristiwa atau dari data yang tersedia dengan rentang nilai tertentu dan dilengkapi dengan deskripsi serta frekuensi kejadian (Rollason et al., 2010).

2.1.3 Evaluasi Risiko

Evaluasi risiko bertujuan untuk membantu mengambil keputusan berdasarkan hasil risiko mengenai risiko mana yang memerlukan penanganan serta prioritas implementasi penanganan. Evaluasi risiko melibatkan perbandingan skor risiko yang didapat dari proses analisis risiko dengan kriteria risiko yang ditetapkan.

2.2 Rapid Upper Body Assessment

Rapid Entire Body Assessment atau biasa disingkat REBA merupakan salah satu tools untuk menganalisis postur kerja pada operator yang telah terdapat gangguan atau keluhan pada seluruh bagian tubuh (McAtamney & Hignett, 2004). *Tools* ini dapat menyelidiki permasalahan yang ada secara cepat dan dapat menentukan perubahan postur yang diperlukan pada suatu proses seperti postur leher, posisi punggung, kaki, lengan, dan pergelangan tangan operator. *Tools* ini juga dipengaruhi faktor coupling serta beban yang dibawa oleh operator dalam aktivitasnya.

2.3 Nordic Body Map

Nordic Body Map atau NBM merupakan salah satu tools berupa kuesioner yang bertujuan untuk mengetahui keluhan rasa sakit yang dialami oleh operator secara subjektif saat bekerja atau setelah bekerja [9–11]. Kuesioner NBM berisi 28 pertanyaan mengenai tingkat keluhan pada bagian-bagian tubuh. Tingkat keluhan yang tersedia yaitu Tidak Sakit, Agak Sakit, Sakit, dan Sangat Sakit. Penilaian dilakukan secara subjektif oleh operator.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini terfokus untuk menghasilkan konsep akhir alat bantu pada proses pengupasan kulit singkong. Proses pengupasan kulit singkong pada objek penelitian yang diteliti belum baik dikarenakan skor REBA yang tinggi dan memerlukan perubahan serta dari hasil dari *Risk Assessment* masih membutuhkan perubahan atau tindakan. Dalam merancang alat bantu usulan, dibutuhkan data pendukung seperti *need statement*, data antropometri, prinsip EASNE, serta menggunakan metode *Ergonomic Function Deployment*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Risk Assessment

Langkah awal dari *Risk Assessment* yaitu dengan mengumpulkan data observasi berupa kondisi internal dan eksternal pada proses pengupasan kulit singkong di Posyantekdes Ikhlas Ramaku. Terdapat 3 kondisi potensi risiko yang tertera pada Tabel 2. Setelah mendapat data kondisi internal dan eksternal, kemudian dilakukan penentuan kriteria asesmen risiko yang berupa kriteria *likelihood* kriteria *severity* serta kriteria matriks risiko yang sudah divalidasi oleh pembina dari

POSYANTEKDES Ikhlas Ramaku. Selanjutnya dilakukan pembuatan *Risk register*. *Risk Register* merupakan dokumen hasil dari penerapan manajemen risiko yang berisi daftar dan penilaian risiko beserta dengan *Mitigation Plan* dan *Contingency Plan*-nya. Analisis risk assessment menunjukkan bahwa salah satu treatment yang dapat dilakukan yaitu dengan menggunakan alat bantu untuk membantu operator dalam mengupas singkong yang dapat mengurangi risiko kecelakaan kerja. Hasil *Risk Register* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Risk Register

Kode Risiko	Statement Risiko	Likelihood	Severity	Nilai Risiko	Tindakan Risiko	
		Level	Level	Level	Tindakan Mitigasi	Tindakan Kontingensi
R-01	Terlukanya tangan operator disebabkan oleh operator yang tidak menggunakan sarung tangan saat mengupas singkong yang akan berdampak pada lama proses pengupasan	Certain 5	Moderate 3	High Risk 15	a. Memastikan sarung tangan dipakai saat mengupas kulit singkong b. Menggunakan sarung tangan yang layak pakai, tebal, dan nyaman digunakan oleh operator. c. Mengupas singkong dengan teliti dan hati-hati dan tidak dalam keadaan mengantuk. d. Menyediakan kotak P3K e. Gunakan alat bantu untuk menunjang proses pengupasan kulit singkong	a. Menghentikan proses pengupasan sejenak untuk merawat luka pada operator b. Melakukan pertolongan pertama yang dapat diberikan. Bila cedera berat, segera memanggil bantuan medis atau bawa langsung ke pusat medis terdekat. c. Bila operator tidak sanggup untuk melanjutkan pekerjaannya, cari pengganti tenaga kerja atau hentikan sementara proses tersebut
R-02	Pisau longgar disebabkan oleh seringnya	Possible 3	Moderate 3	Medium Risk 9	a. Menggunakan pisau dengan kualitas yang baik b. Menyediakan	a. Segera ganti pisau dengan yang baru

Kode Risiko	Statement Risiko	Likelihood	Severity	Nilai Risiko	Tindakan Risiko	
		Level	Level	Level	Tindakan Mitigasi	Tindakan Kontingensi
	menggunakan pisau dapur sebagai pengupas singkong yang keras				beberapa pisau cadangan c. Gunakan alat bantu untuk menunjang proses pengupasan kulit singkong.	
R-03	Operator berpotensi terkena musculoskeletal disorder dikarenakan operator bekerja dengan postur canggung dan gerakan yang repetitif sehingga berdampak pada kesehatan operator di masa yang akan datang	Certain 5	Moderate 3	High Risk 15	a. Sebisa mungkin mengurangi gerakan repetitif saat bekerja b. Gunakan alat bantu ergonomis untuk menunjang proses pengupasan kulit singkong supaya tidak terjadi risiko musculoskeletal disorder c. Menyediakan kotak P3K d. Ubah postur kerja yang nyaman	a. Tunda pekerjaan bila operator merasa bagian tubuhnya ada yang sakit, pegal, dan tidak merasa nyaman. b. Ubah postur saat bekerja c. Bila terjadi cedera, segera memanggil bantuan medis atau bawa ke pusat medis terdekat

4.2 Hasil Kuesioner Nordic Body Map

Pada bagian ini penulis melakukan pengambilan data menggunakan kuesioner *Nordic Body Map* untuk mengetahui keluhan rasa sakit yang dialami operator secara subjektif saat melakukan proses pengupasan kulit singkong. Didapatkan hasil kuesioner operator 1 dan operator 2 sebesar 76 dan 72. Kedua operator memiliki tingkat risiko tinggi dengan keterangan diperlukan perbaikan segera.

4.3 Ergonomic Function Deployment

4.3.1 Need Statement

Langkah pertama yang dilakukan pada tahap ini yaitu menterjemahkan hasil wawancara dengan operator kedalam bentuk

need statement dengan penerapan aspek EASNE untuk mewujudkan desain produk yang ergonomis (Tabel 3).

Tabel 3 Need Statement

Aspek Ergonomi	Kode	Need Statement
Efektif	V1	Alat bantu memudahkan proses pengupasan
	V2	Alat bantu aman digunakan
Aman	V3	Alat bantu dapat mengurangi risiko kecelakaan kerja

Aspek Ergonomi	Kode	Need Statement
	V4	Alat bantu awet/tahan lama
Sehat	V5	Alat bantu memiliki saluran pembuangan limbah
Nyaman	V6	Alat bantu ergonomis
Efisien	V7	Alat bantu yang dapat mengupas singkong dengan waktu yang lebih cepat
	V8	Penggunaan tenaga manusia pada alat bantu sedikit

4.3.2 Persyaratan Teknis dan Targetnya

Pada tahap ini, dilakukan penerjemahan dari *need statement* dalam bentuk persyaratan teknis untuk menjelaskan secara detail mengenai kebutuhan operator. Gambar 5 merupakan persyaratan teknis kebutuhan beserta targetnya yang akan digunakan pada proses pembuatan *House of Ergonomic*.

4.3.3 Matriks Klein Grid

Matriks *Klein Grid* menunjukkan posisi setiap atribut dalam kuadran kepuasan dan kepentingan, apakah atribut tersebut termasuk *expected*, *high impact*, *low impact*, atau *hidden*. Langkah pertama yang dilakukan yaitu merekap hasil kuesioner tingkat kepentingan dan kepuasan dan diolah menjadi *Customer Satisfaction Performance* dan *Importance to Customer* (Tabel 5). Setelah itu, menentukan garis tengah sumbu X dan sumbu Y menggunakan software *Microsoft Excel* yang didapat dari rata-rata *Customer Satisfaction Performance* (Sumbu X) dan *Importance to Customer* (Sumbu Y). Menggunakan *Excel*, dilakukan pengolahan data dan didapat hasil penerjemahan matriks *klein grid* sebagai berikut:

Tabel 4 Hasil penerjemahan *matriks klein grid*

Kategori	Atribut
Expected	V2
High Impact	V1, V3, V4, V6, dan V7

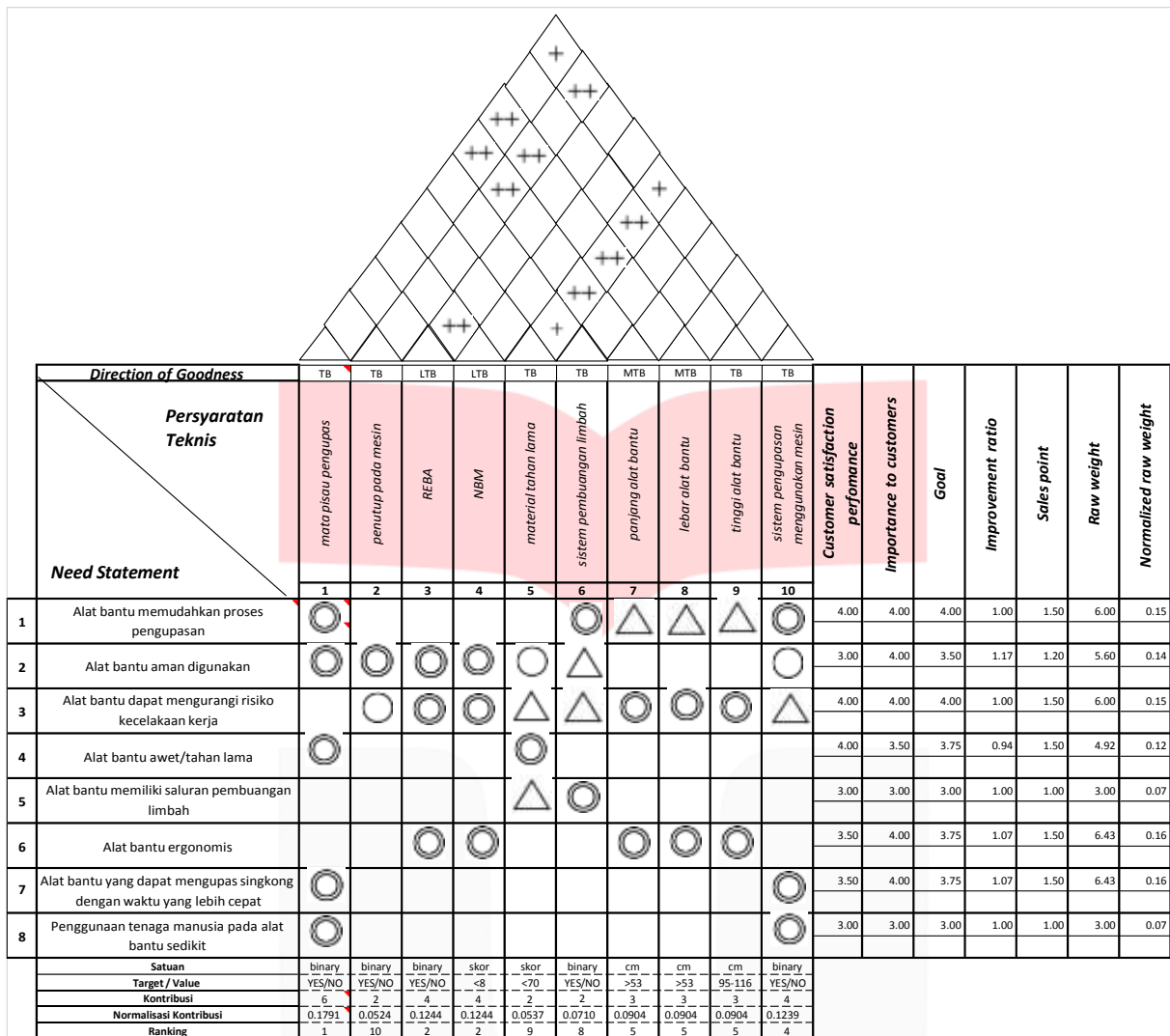
Kategori	Atribut
Low Impact	V5 dan V8
Hidden	-

4.3.4 Matriks Perencanaan

Matriks perencanaan merupakan penentuan tujuan produk berupa nilai yang didapatkan dari gabungan nilai kepentingan dan kepuasan serta gabungan dari nilai yang terdapat pada matriks *klein grid* (Gambar 5). Nilai pada Matriks *Klein Grid* diambil berdasarkan lokasi tiap atribut pada matriks tersebut. Nilai pada *Customer Satisfaction Performance* dan *Importance to Customer* diambil dari *Performance Weight* tingkat kepuasan dan kepentingan. Nilai pada *Goal* didapat dari rata-rata *Satisfaction Performance* dan *Importance to Customer*. Untuk *Improvement ratio*, nilainya didapat dari *Goal* dibagi dengan *Customer Satisfaction Performance*. Nilai pada Sales Point (Gambar 5) ditentukan berdasarkan kategori Matriks *Klein Grid*. *Raw Weight* didapat dari perkalian antara *Importance to Customer*, *Improvement Ratio*, dengan *Sales Point*. Sedangkan *Normalized raw weight* didapat dengan cara membagikan skor *raw weight* dengan *total raw weight*. Normalisasi bertujuan untuk membuat data memiliki rentang nilai yang sama.

4.4 Pembuatan House of Ergonomic

Tahap pertama yang dilakukan yaitu mengisi *Need Statement* serta persyaratan teknis pada *House of Ergonomic* (Gambar 5). Setelah itu dilanjutkan dengan mengisi hubungan antar *Need Statement* dengan persyaratan teknis. Tujuannya adalah untuk mengetahui tingkat hubungan antara *need statement* dengan persyaratan teknis tersebut. Setelah mengisi hubungan antara *need statement* dengan persyaratan teknis, dilakukan pengisian hubungan antar tiap persyaratan teknis. Tahap ini bertujuan untuk mengetahui hubungan terkait menguntungkan atau merugikan. Setelah mengisi hubungan antar tiap persyaratan teknis, dilakukan pengisian matriks perencanaan pada sebelah kanan *House of Ergonomic*. Setelah itu, dilakukan pengisian pada bagian bawah yaitu satuan, *target/value*, kontribusi, normalisasi kontribusi serta *ranking*. Satuan serta *Target/value* diisi berdasarkan spesifikasi target yang sudah ditentukan sebelumnya. Hasil akhir *House of Ergonomic* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 House of Ergonomic

4.5 Concept Generation

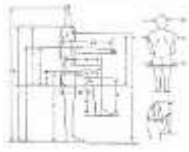



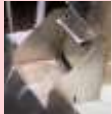

Menurut Ulrich & Eppinger (2018), ada beberapa tahap pada *Concept Generation*, yaitu klarifikasi masalah, riset eksternal, riset internal, eksplor secara sistematis, serta memahami kembali solusi serta prosesnya. Tahap pertama yang dapat dilakukan saat mengklarifikasi masalah yaitu dengan membuat *black box* yang berisi dekomposisi fungsi untuk memecah fungsi-fungsi menjadi lebih detail yang terdapat pada alat bantu pengupas kulit singkong.

Langkah selanjutnya yaitu melakukan *Generate Ideas* yang bertujuan untuk mengisi beberapa opsi atau pilihan alat/material yang dapat digunakan ke alat bantu pengupas kulit singkong ini. Hasil dari *Generate Ideas* dimasukkan ke dalam (Tabel 7). Opsi yang

didapat, diambil berdasarkan dengan dekomposisi fungsi yang sudah dilakukan pada tahap sebelumnya

Tabel 5 Morphology Chart

Opsi	Opsi 1	Opsi 2
Mekanisme pengupasan singkong	 Nylon Brush Disk	 Blade Disk
Penutup yang digunakan pada alat bantu	 Tanpa Mekanisme	-

Opsi Fungsi	Opsi 1	Opsi 2
Dimensi alat bantu yang ergonomis		
alat bantu nyaman ketika digunakan		
Material alat bantu yang awet	 Stainless Steel	 Besi
Mekanisme pembuangan limbah pada alat bantu	 Selang	 Saluran Terbuka
proses mengupas cepat	 Motor AC	
jenis electric motor pada alat bantu		

Tahap selanjutnya yaitu dengan melakukan kombinasi dari opsi-opsi yang tersedia pada *morphology chart*. Didapat 8 konsep dari kombinasi opsi-opsi fungsi yang dapat dilihat pada Tabel 8.

4.6 Concept Selection

Concept Selection merupakan tahap evaluasi konsep dengan mempertimbangkan *need statement* serta kriteria lain, membandingkan kelebihan serta kekurangan dari tiap konsep berdasarkan referensi, dan memilih satu atau lebih konsep yang akan ditinjau lebih jauh. Terdapat dua tahap yang dilakukan pada *concept selection*, yaitu *concept scoring* dan *concept screening*.

4.6.1 Concept Screening

Langkah pertama pada *concept screening* yaitu menentukan referensi ataupun acuan sebagai pembanding kelebihan serta kekurangan dari konsep tersebut. Referensi yang digunakan yaitu produk eksisting pengupas kulit singkong, yaitu pisau dapur.

Tabel 6 *Concept Screening*

Selection Criteria	Konsep								Ref
	A	B	C	D	E	F	G	H	
Ergonomi	+	+	+	+	+	+	+	+	0
Keamanan Produk	+	-	+	-	+	-	+	-	0
Kecepatan pengupasan	-	+	-	+	-	+	-	+	0
Kemudahan penggunaan	0	-	0	+	0	-	0	-	0
Fitur Tambahan Produk	-	-	+	+	-	-	+	+	0
<i>Durability</i>	+	+	+	+	-	-	-	-	0
Total +	3	3	4	5	2	2	3	3	
Total 0	1	0	1	0	1	0	1	0	
Total -	2	3	1	1	3	4	2	3	
Net Score	1	0	3	4	-1	-2	1	0	
Rank	3	5	2	1	7	8	3	5	
Continue?	Comb	No	Yes	Yes	No	No	Comb	No	

Berdasarkan Tabel 8, penulis mendapatkan hasil berupa 3 konsep yang akan dilanjutkan yaitu konsep C, konsep D dan kombinasi konsep AG. Konsep B, E, F dan H dieliminasi dikarenakan opsi material yang digunakan yaitu besi. Material besi kurang cocok digunakan untuk rancangan ini karena alat bantu langsung kontak dengan air sedangkan besi tidak tahan dengan air. Hal ini

mengakibatkan adanya pengurangan nilai pada konsep E, F, dan H yang menggunakan material besi. Sedangkan pada konsep B ada pengurangan nilai dibagian kemudahan penggunaan. Konsep B menggunakan selang sebagai sistem pembuangan limbah dan *blade disk* sebagai mekanisme pengupasan. Irisan dari kulit singkong dikhawatirkan dapat menyumbat selang dikarenakan hasil kupasan

yang dihasilkan *blade disk* lebih besar daripada menggunakan *nylon brush*.

4.6.2 Concept Scoring

Pada tahap ini dilakukan penilaian konsep yang lebih detail dari *concept screening* untuk memilih konsep akhir yang terbaik. Pada *concept scoring*, langkah yang dilakukan pertama yaitu menentukan persentase dari tiap *selection criteria* berdasarkan *need statement*.

Setelah itu nilai persentase dari tiap *need statement* dijumlahkan berdasarkan tiap kategori *selection criteria*. Kemudian dilakukan penilaian / *rating* tiap *selection criteria* di seluruh konsep terpilih (Tabel 10) dan dilakukan pembobotan *rating* dengan cara mengalikan skor *rating* dengan persenan dari *selection criteria*.

Tabel 7 Concept Scoring

Selection Criteria	Weight	Konsep					
		AG		C		D	
		Rating	Weighted Score	Rating	Weighted Score	Rating	Weighted Score
Ergonomi	14%	5	0.68	5	0.68	5	0.68
Keamanan Produk	27%	4	1.08	4	1.08	2	0.54
Kecepatan pengupasan	24%	2	0.47	2	0.47	5	1.19
Kemudahan Penggunaan	14%	2	0.27	2	0.27	2	0.27
Fitur Tambahan Produk	10%	4	0.41	4	0.41	5	0.51
<i>Durability</i>	12%	2	0.24	4	0.47	5	0.59
Total Score		3.15		3.39		3.78	
Rank		3		2		1	
Continue		No		No		Develop	

Berdasarkan Tabel 11, hasil tertinggi yaitu konsep D. Konsep D lebih unggul dibanding konsep C dan AG dikarenakan konsep D menggunakan *blade disk* sebagai mata pisau yang digunakan. Proses pengupasan dengan menggunakan *blade disk* lebih sesuai dengan proses pengupasan eksisting yang menggunakan pisau dapur dibandingkan dengan *nylon brush* karena operator mengupas kulit singkong hingga bagian *cortex*.

4.7 Spesifikasi Akhir dan Rancangan Desain Usulan

Berdasarkan konsep terpilih, penulis mengembangkan konsep tersebut dan membuat spesifikasi akhir alat bantu usulan pengupas kulit singkong (Tabel 12).

Tabel 8 Spesifikasi Akhir

Spesifikasi Akhir		
Persyaratan Teknis	Nilai	Satuan
mata pisau pengupas	YES	binary
penutup pada mesin	YES	binary

REBA	<8	skor
NBM	<70	skor
material tahan lama	YES	binary
sistem pembuangan limbah	YES	binary
panjang alat bantu	>53	cm
lebar alat bantu	>53	cm
tinggi alat bantu	95-116	cm
sistem pengupasan menggunakan mesin	YES	binary

Setelah menentukan spesifikasi akhir untuk alat bantu usulan, penulis membuat desain 3D menggunakan aplikasi *Autodesk Inventor Professional 2017* untuk membuat *prototype* 3D dari alat bantu pengupas kulit singkong.



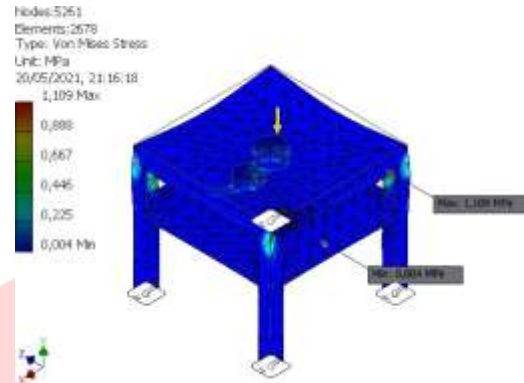
Gambar 6 Rancangan alat bantu usulan

Sistem kerja pada alat bantu usulan pengupas kulit singkong yaitu otomatis menggunakan *electric machine* berupa motor AC. Tenaga dari motor AC memutar *blade disk* pada bagian dalam tabung alat bantu sehingga dapat mengupas singkong. Selagi singkong dikupas, operator dapat menyalakan selang air sehingga singkong dapat tercuci. Limbah berupa air dan kupasan kulit singkong akan mengalir ke wadah penampung melalui lubang yang ada pada tabung kemudian kupasan kulit singkong tersebut tersaring di penyaring yang terdapat pada wadah penampung dan air mengalir ke bawah. Ketika kulit singkong sudah bersih operator dapat membuka *outlet* yang terdapat pada tabung dan singkong otomatis akan keluar karena adanya gerakan memutar dari *blade disk*. Bila dibandingkan dengan proses eksisting yang menggunakan pisau dapur, operator tidak perlu lagi mengupas dengan gerakan repetitif dengan postur jongkok karena alat bantu usulan ini sudah dirancang menggunakan dimensi sesuai dengan antropometri tubuh manusia sehingga operator dapat bekerja dengan postur kerja berdiri pada saat memasukkan singkong ke dalam tabung.

4.8 Pemilihan Material

Pada tahap ini dilakukan pemilihan jenis material yang digunakan. Berdasarkan *concept selection*, material yang terpilih ialah *stainless steel*. Selain itu penelitian dari L.Boulangé-Petermann (Boulangé-Petermann, 1996) menyatakan bahwa material yang cocok untuk industri makanan adalah *stainless steel (AISI 304 Grade)*. Pada tahap ini juga dilakukan analisis kekuatan material menggunakan software *Autodesk Inventor Professional 2017*.

Beban yang digunakan yaitu 1100N yang merupakan beban dari tabung pengupas. Berikut merupakan hasil analisis pada *part frame* dengan variabel *von mises stress*:



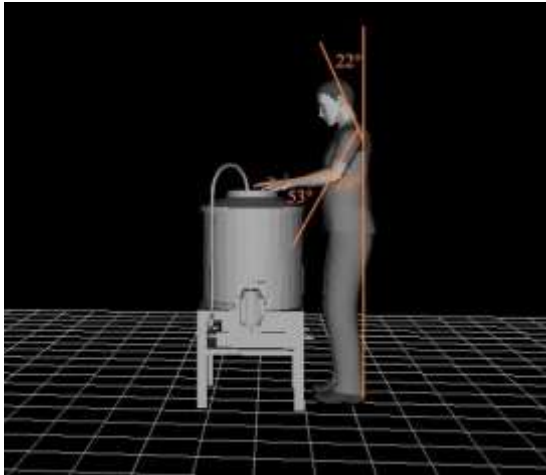
Gambar 7 Von Missess Stress

Berdasarkan Gambar 8, *part frame* dengan material *stainless steel AISI 340* memiliki tegangan maksimum sebesar 1,109 MPa sedangkan yield strength pada material *stainless steel 304* yaitu 190 Mpa. Hal ini menunjukkan bahwa desain *frame* pada alat bantu usulan dapat menampung beban yang sudah ditentukan sebelumnya.

4.9 Analisis Skor REBA Operator

Pada tahap ini dilakukan perbandingan antara nilai REBA operator saat menggunakan alat eksisting dan saat menggunakan alat bantu usulan. Langkah awal yang dilakukan setelah merancang desain CAD alat bantu usulan yaitu dengan membuat simulasi postur kerja menggunakan software *Jack*. *Jack* merupakan simulator manusia untuk mengisi desain 3D dengan orang virtual dan melakukan *human factor* serta analisis ergonomis. Postur kerja operator menggunakan alat bantu usulan tertera pada Gambar 5.

Kemudian dilakukan perhitungan dengan menggunakan referensi dari postur kerja yang dihasilkan oleh software *Jack*. Langkah awal yang dilakukan yaitu dengan melakukan pengukuran sudut operator virtual (Gambar 9) kemudian hasil pengukuran tersebut diolah menjadi skor REBA menggunakan *REBA Employee Assessment Worksheet*. Hasil yang didapatkan yaitu sebesar 2 dengan kategori Risiko Rendah.



Gambar 8 Postur kerja operator virtual

Setelah mendapatkan hasil akhir dari skor REBA usulan, maka dapat dibandingkan skor REBA operator menggunakan alat eksisting dengan skor REBA operator menggunakan alat bantu usulan yang tertera pada Gambar 7. Penurunan skor REBA diakibatkan oleh berubahnya postur kerja operator saat bekerja menggunakan alat bantu usulan yang ergonomis.

Tabel 9 Perbandingan nilai REBA eksisting dan usulan

Perbandingan	
Skor REBA Eksisting	Skor REBA usulan
10	2

5. KESIMPULAN

Proses pengupasan kulit singkong pada Posyantekdes Ikhlas Ramaku menggunakan pisau dapur tanpa menggunakan sarung tangan serta dengan postur kerja jongkok. Berdasarkan analisis *Risk Assessment*, didapatkan 3 potensi risiko kecelakaan kerja yang memerlukan treatment yaitu potensi *Musculoskeletal Disorder*, potensi terlepas/longgarnya mata pisau, serta potensi tangan operator yang cedera. Dari ketiga potensi risiko tersebut dihasilkan *Risk Treatment* berupa *mitigation plan* dan *contingency plan* untuk tiap risiko yang terdapat pada *Risk Register* (Tabel 2). Salah satu treatment yang dapat dilakukan yaitu membuat alat bantu untuk menunjang proses pengupasan kulit singkong.

Rancangan Alat bantu usulan pengupas kulit singkong (Gambar 7) dirancang menggunakan pendekatan *Ergonomic Function*

Deployment dan disesuaikan dengan aspek EASNE agar menghasilkan produk yang ergonomis untuk membantu operator memperbaiki postur tubuh saat bekerja agar dapat mengurangi risiko *Musculoskeletal Disorder* dan mengurangi risiko terjadinya kecelakaan kerja. Hal ini dibuktikan dengan adanya penurunan skor REBA dari nilai eksisting 10 menjadi 2 pada alat bantu usulan.

Untuk penelitian selanjutnya, penulis menyarankan untuk dilakukan analisis dari aspek pemasaran, aspek finansial, produktivitas dan manufaktur alat bantu.

REFERENSI

- Aji, S., Emmanuel, M. ., Abdulrahman, S. A., & Franklyn, O. F. (2016). *Development of an Electrically Operated Cassava Peeling and Slicing Machine*. 12, 40–48.
- Anggraini, D. A., & Bati, N. C. (2016). Analisa Postur Kerja Dengan Nordic Body Map & Reba Pada Teknisi Painting Di Pt. Jakarta Teknologi Utama Motor Pekanbaru. *Photon: Jurnal Sain Dan Kesehatan*, 7(01), 87–97. <https://doi.org/10.37859/jp.v7i01.563>
- AS/NZS ISO 31000. (2009). *Risk management – Principles and guidelines* (Vol. 2002).
- Boulangé-Petermann, L. (1996). Processes of bioadhesion on stainless steel surfaces and cleanability: A review with special reference to the food industry. *Biofouling*, 10(4), 275–300. <https://doi.org/10.1080/08927019609386287>
- Bridger, R. S. (2003). *Introduction to Ergonomics*. McGraw-Hill.
- Crawford, J. O. (2007). The Nordic Musculoskeletal Questionnaire. *Occupational Medicine*, 57(4), 300–301. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqm036>
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2019). *Produksi Ubi Kayu Menurut Provinsi 2014 - 2018*. 10(2), 1–15.
- Kumar, P., Chakrabarti, D., Patel, T., & Chowdhuri, A. (2016). Work-related pains among the workers associated with pineapple peeling in small fruit processing units of North East India. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 53, 124–129. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2015.11.006>
- McAtamney, L., & Hignett, S. (2004). Rapid

- Entire Body Assessment. *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*, 31, 8-1-8–11. <https://doi.org/10.1201/9780203489925.ch8>
- National Institute for Occupational Safety and Health. (1997). Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors. *DHHS (NIOSH) Publication*, 39(97B141).
- Odigboh, E. U. (1976). A cassava peeling machine: Development, design and construction. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 21(4), 361–369. [https://doi.org/10.1016/0021-8634\(76\)90056-1](https://doi.org/10.1016/0021-8634(76)90056-1)
- Parmar, A., Sturm, B., & Hensel, O. (2017). Crops that feed the world: Production and improvement of cassava for food, feed, and industrial uses. *Food Security*, 9(5), 907–927. <https://doi.org/10.1007/s12571-017-0717-8>
- Pegiardi, I., Handika, F. S., & Supriyadi, S. (2017). Analisis Postur Kerja Operator dengan Metode Rula di Area Gas Cutting. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 3(2), 73. <https://doi.org/10.30656/intech.v3i2.881>
- Rollason, V., Fisk, G., & Haines, P. (2010). Applying the ISO 31000 risk assessment framework to coastal zone management. *NSW Coastal Conference*, 1–16.
- Samuel, O. C., & Emmanuel, I. (2019). Design of a Modernized Cassava Peeling Machine. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 4(10).
- Shodiq, A., & Soejoethi, I. (2020). Tak Hanya Bahan Pangan, Ternyata Singkong Punya Banyak Manfaat. <https://pangan.sariagri.id/56024/tak-hanya-bahan-pangan-ternyata-singkong-punya-banyak-manfaat>
- Surya, R. Z., Badruddin, R., & Gasali, M. (2016). Aplikasi Ergonomic Function Deployment (EFD) pada Redesign Alat Parut Kelapa untuk Ibu Rumah Tangga. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 13(2), 771. <https://doi.org/10.25077/josi.v13.n2.p771-780.2014>
- Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2018). Product Design and Development. In *Handbook of Research on New Product Development* (Sixth Edit). McGrawHill Education.
- United Nation Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database (FAOSFAT). (2019). *Cassava Production in 2018, Crops/World Regions/Production Quantity from pick lists*.

