

3. HASIL

3.1. Perumusan Topik dan Penetapan Tujuan *Review*

3.1.1. Perumusan Topik

Proses perumusan topik dilakukan melalui serangkaian tahapan yang meliputi pengumpulan literatur awal, penyaringan literatur awal, analisis kesenjangan, desain konseptual, dan hasil perumusan topik.

3.1.1.1. Pengumpulan Literatur Awal

Pengumpulan literatur awal dilakukan untuk mendapatkan informasi dasar mengenai rumusan topik yang dibahas yaitu kehilangan dan limbah pangan, khususnya pada kentang. Dari hasil pencarian literatur dengan kata kunci "*food loss*", "*food waste*", "*potato losses*", "*potato waste*" yang diambil dari berbagai macam sumber diperoleh berbagai jenis literatur yang dapat dijadikan sumber *review* ini. Berdasarkan hasil pencarian tersebut diperoleh hasil seperti yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pencarian dan Pengumpulan Literatur

<i>Database</i>	Kata Kunci	Hasil
<i>Google Scholar</i>	<i>Food losses</i>	773,000
	<i>Food waste</i>	1,780,000
	<i>Potato losses</i>	43,900
	<i>Potato waste</i>	44,500
<i>Researchgate</i>	<i>Food losses</i>	10,000+
	<i>Food waste</i>	10,000+
	<i>Potato losses</i>	10,000+
	<i>Potato waste</i>	10,000+
<i>ScienceDirect</i>	<i>Food losses</i>	493,998
	<i>Food waste</i>	183,041
	<i>Potato losses</i>	31,246
	<i>Potato waste</i>	12,635

Pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa jumlah literatur dari *database Google Scholar* lebih banyak dibandingkan *ScienceDirect* karena *database ScienceDirect* hanya berisi literatur jurnal sedangkan *Google Scholar* terdapat berbagai sumber seperti artikel, tesis, buku, dan lain-lain. Literatur yang membahas mengenai *potato losses* dan *potato waste* jumlahnya lebih sedikit dibandingkan literatur literatur yang membahas *potato losses* dan

potato waste karena pencarian dilakukan dengan kata kunci yang lebih spesifik untuk bahan kentang. Pencarian literatur paling banyak membahas mengenai *food waste*, sedangkan yang paling sedikit membahas mengenai *potato waste*.

Sebanyak 30 literatur telah dikumpulkan dari berbagai situs web tersebut. Hasil pengumpulan yang sedikit ini dikarenakan tidak semua literatur yang ditemukan sesuai dengan kriteria yang sudah ditetapkan sebelumnya, selain itu tidak semua informasi literatur yang ditemukan spesifik dengan informasi mengenai topik yang dibahas. Literatur yang terkumpul adalah literatur berbahasa Inggris dengan tahun publikasi terbanyak pada tahun 2020.

3.1.1.2. Penyaringan Literatur Awal

Sebanyak 30 literatur berbahasa Inggris yang telah dikumpulkan ini terdiri dari 6 buku dan 24 literatur berbahasa Inggris. Literatur jurnal ini dapat dibedakan menjadi 18 literatur penelitian dan 6 literatur *review*. Pada tahap ini juga dilakukan pengecekan kualitas literatur dengan portal SCIMAGO untuk literatur berbahasa Inggris dan SINTA untuk literatur berbahasa Indonesia. Literatur berbahasa Inggris terdiri dari 14 literatur ranking Q1, 8 literatur ranking Q2, dan 2 literatur ranking Q3.

3.1.1.3. Analisis Kesenjangan

Berdasarkan telaah literatur ditemukan kesenjangan yaitu masih terbukanya peluang pemanfaatan limbah kentang untuk produk pangan yang bernilai tinggi seperti antioksidan, *thickener* dan *stabilizer*, substitusi tepung, serta *edible film*, namun hingga saat ini pemanfaatan limbah kentang masih terbatas sebagai pakan ternak, pupuk atau hanya dibuang. Selain itu, sebagian besar literatur hanya membahas berbagai pemanfaatan dari limbah kentang tersebut, namun belum banyak membahas mengenai teknologi dan proses produksi pemanfaatan limbahnya, serta faktor keamanan dari produk yang dihasilkan. *Review* terdahulu yang membahas mengenai valorisasi limbah kentang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Publikasi *Review* Sebelumnya

No	Penulis dan Identitas Jurnal	Judul	Fokus <i>Review</i>	Kesimpulan
1	Mirabella <i>et al</i> , (2014). - Journal of Cleaner Production, 65, 28–41.	<i>Current Options for The Valorization of Food Manufacturing Waste: A Review</i>	Peluang pemanfaatan kembali limbah buah dan sayur termasuk kentang untuk menghasilkan produk baru.	Limbah buah dan sayur tinggi akan kandungan senyawa bioaktif yang memiliki aktivitas antioksidan sehingga dapat diaplikasikan pada industri pangan. Namun penggunaan secara komersial perlu dipertimbangkan terkait dengan permintaan industri dan kompleksitasnya sehingga perlu dilakukan studi lebih lanjut.
2	Sepelev & Galoburda, (2015). - Res Rural Dev, 1, 130-136.	<i>Industrial Potato Peel Waste Application in Food Production: A Review</i>	Limbah kulit kentang yang diaplikasikan pada berbagai produk pangan	Senyawa fenol dalam limbah kulit kentang berpotensi sebagai sumber antioksidan alami untuk mencegah oksidasi lipid pada minyak. Limbah kulit kentang juga dapat dimanfaatkan untuk bahan tambahan produksi roti serta bahan <i>edible film</i> . Namun perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai keamanan produk pangan dan formulasi yang paling efektif agar penambahan limbah tidak berdampak negatif pada kualitas produk.
3	Gebrechristos & Chen, (2018). - Food science &	<i>Utilization of potato peel as eco-friendly products: A review</i>	Pemanfaatan kembali limbah kulit kentang menghasilkan produk baru	Limbah kulit kentang memiliki kandungan senyawa fenol yang memiliki aktivitas antioksidan dan antimikroba sehingga dapat digunakan sebagai pengawet pada produk pangan. Limbah kulit kentang juga dapat digunakan pada bidang

nutrition, 6(6),
1352-1356.

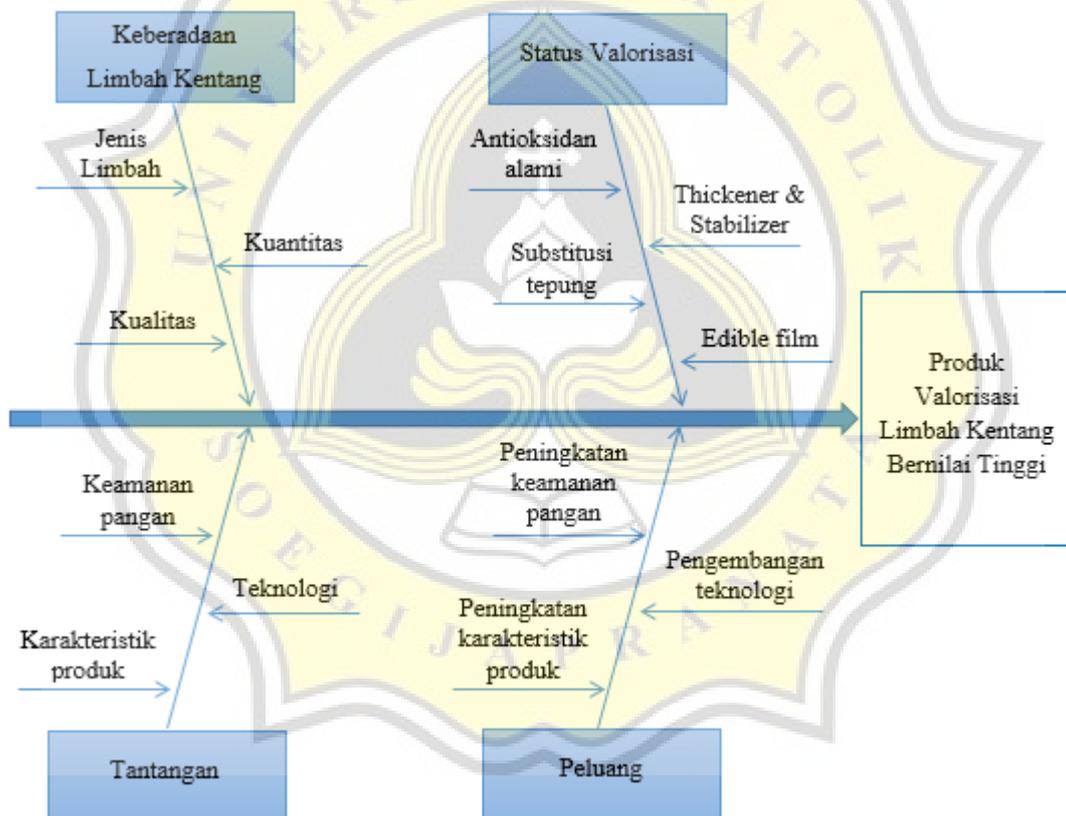
farmasi karena adanya kandungan glikoalkaloid dan aktivitas penyembuhan luka. Selain itu, dapat digunakan sebagai sumber energi terbarukan seperti biogas dan sebagai pakan ternak. Produk yang dihasilkan tidak hanya yang berkualitas tinggi sehingga dilakukan studi lebih lanjut mengenai pemanfaatan limbah kulit kentang khusus untuk produk berkualitas tinggi.

4	<p><i>Potato Peels as Sources of Functional Compounds for The Food Industry: A Review</i></p> <p>Sampaio <i>et al.</i>, (2020). Trends in Food Science & Technology.</p>	<p>Komponen dalam limbah kulit kentang dan aplikasinya dalam industri pangan</p>	<p>Komponen bioaktif dalam limbah kulit kentang memiliki aktivitas antioksidan, antibakteri, sehingga kulit kentang dapat menjadi sumber senyawa fungsional dalam bahan pangan seperti roti, minyak, daging. Akan tetapi perlu dipelajari apakah penambahan kulit kentang akan mempengaruhi mutu penerimaan produk akhir.</p>
---	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Pada Tabel 3, dapat diketahui bahwa berbagai upaya untuk mengidentifikasi potensi limbah dalam hal kandungan senyawa bioaktif seperti fenol telah banyak dilakukan namun pembahasan tentang pemanfaatan masih belum banyak dibahas. Limbah kentang memiliki aktivitas antioksidan dan antibakteri sehingga banyak digunakan sebagai sumber senyawa fungsional dalam bahan pangan dan bahan *edible film*. Metode yang umumnya digunakan untuk mengekstrak senyawa fenol pada limbah kentang adalah metode konvensional seperti maserasi dan *soxhlet*. *Review* ini difokuskan pada 4 produk valorisasi potensial yaitu antioksidan, *thickener* dan *stabilizer*, substitusi tepung, serta *edible film* yang diimplementasikan pada skala industri.

3.1.1.4. Desain Konseptual

Desain konseptual dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2. Penelitian ini membahas produk valorisasi limbah kentang bernilai tinggi. Faktor yang mempengaruhi pencapaian tujuan antara lain keberadaan limbah kentang, status valorisasi, tantangan, serta peluang. Faktor keberadaan limbah kentang dapat diketahui dari jenis limbah, kuantitas dan kualitas limbah kentang yang dihasilkan. Status valorisasi limbah kentang dimanfaatkan sebagai antioksidan, *thickener* dan *stabilizer*, substitusi tepung dalam industri roti, serta *edible film*. Faktor tantangan dalam valorisasi limbah kentang terdapat pada teknologi yang digunakan, keamanan pangan, dan karakteristik produk. Peluang valorisasi lebih lanjut, dapat dilakukan dengan peningkatan keamanan pangan, pengembangan teknologi, dan peningkatan karakteristik produk.



Gambar 2. Desain Konseptual

3.1.1.5. Hasil Perumusan Topik

Topik yang dirumuskan mengenai pemanfaatan limbah kentang menjadi produk berkualitas tinggi. Terdapat 4 produk yang akan dibahas yaitu antioksidan, *thickener* dan *stabilizer*, substitusi tepung dalam industri roti, serta *edible film*. Pemilihan keempat

produk ini didasarkan pada banyaknya senyawa fenolik yang terkandung di dalam limbah kentang. Senyawa fenolik yang terkandung dalam limbah kentang, antara lain asam kafeat, asam ferulat, asam kumarat, asam protokatekuat, asam galat, asam vanilat, dan p-hidroksibenzoat (Rodríguez-Martínez *et al.*, 2021). Melalui pembahasan mengenai peluang pemanfaatan kehilangan dan limbah kentang akan meningkatkan nilai guna limbah serta mengurangi kehilangan dan limbah pangan, khususnya kentang. Setelah merumuskan topik maka beberapa literatur dibaca untuk mencari informasi terkait tujuan *review* yang akan dicapai.

3.1.2. Penetapan Tujuan *Review*

Perumusan tujuan *review* didasarkan pada permasalahan yang ditemukan dalam beberapa literatur yang telah dipublikasikan. Permasalahan tersebut, antara lain pemanfaatan limbah kentang sebagai antioksidan, *thickener* dan *stabilizer*, substitusi tepung, serta *edible film* belum banyak dibahas dan belum diimplementasikan pada skala industri. Selain itu, penggunaan metode konvensional yang umumnya digunakan untuk memproses limbah kentang menjadi produk berkualitas tinggi memiliki efisiensi yang lebih rendah dan tidak ramah lingkungan jika dibandingkan dengan metode non konvensional. Berdasarkan permasalahan yang diperoleh maka dilakukan penetapan tujuan *review* yaitu mengetahui dan mendeskripsikan kehilangan dan limbah kentang yang dihasilkan di sepanjang rantai pasok kentang, dilihat dari kuantitas dan karakteristik bahan, menghimpun dan mengevaluasi kelayakan teknologi valorisasi dari kehilangan dan limbah kentang dalam menghasilkan produk yang potensial seperti antioksidan, *thickener* dan *stabilizer*, substitusi tepung, serta *edible film*, serta mengetahui tantangan dan peluang aplikasi teknologi valorisasi limbah kentang.

3.2. Studi Literatur Utama

3.2.1. Hasil Pengumpulan Literatur

Berbagai literatur dikumpulkan sebagai dasar informasi untuk memperkuat pembahasan mengenai kehilangan dan limbah kentang. Pengumpulan literatur ini diawali dengan pencarian literatur berdasarkan kata kunci “*utilization potato waste*”, “*valorisation potato waste*”, “*potato waste antioxidant*”, “*potato waste thickener stabilizer*”, “*potato waste wheat substitution*”, “*potato waste biopolymer film*” yang diambil dari berbagai

macam sumber seperti *Google Scholar*, *Researchgate*, dan *ScienceDirect*. Berdasarkan hasil pencarian tersebut diperoleh hasil seperti yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pencarian dan Pengumpulan Literatur

<i>Database</i>	Kata Kunci	Hasil
<i>Google Scholar</i>	<i>Utilization potato waste</i>	19.500
	<i>Valorisation potato waste</i>	7.780
	<i>Potato waste antioxidant</i>	16.700
	<i>Potato waste thickener stabilizer</i>	5.600
	<i>Potato waste wheat substitution</i>	17.600
	<i>Potato waste biopolymer film</i>	13.500
<i>Researchgate</i>	<i>Utilization of potato waste</i>	5.000+
	<i>Valorization of potato waste</i>	5.000+
	<i>Potato waste antioxidant</i>	1,000+
	<i>Potato waste thickener stabilizer</i>	1,000+
	<i>Potato waste wheat substitution</i>	1,000+
	<i>Potato waste biopolymer film</i>	1,000+
<i>Science Direct</i>	<i>Utilization of potato waste</i>	9,502
	<i>Valorization of potato waste</i>	1,311
	<i>Potato waste antioxidant</i>	2,522
	<i>Potato waste thickener stabilizer</i>	212
	<i>Potato waste wheat substitution</i>	2,203
	<i>Potato waste biopolymer film</i>	1,091

Pada Tabel 4, dapat dilihat bahwa pengumpulan pustaka menggunakan *database Google Scholar*, *Researchgate*, dan *ScienceDirect*. Literatur dari *database Google Scholar* jumlahnya lebih banyak dibandingkan *ScienceDirect* dan jumlah literatur yang membahas spesifik tentang valorisasi limbah kentang, khususnya sebagai *thickener* dan *stabilizer* masih sangat sedikit jika dibandingkan dengan literatur yang membahas valorisasi limbah kentang sebagai antioksidan, substitusi kentang dan biopolimer film.

Berbagai literatur hasil pencarian dari berbagai *database* ilmiah dan kata kunci ini disesuaikan kembali dengan kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya sehingga terkumpul beberapa pustaka yang sesuai. Pada proses pengumpulan literatur ini ditambahkan 42 literatur dengan tahun terbit 2011-2021 untuk melengkapi studi literatur awal, sehingga total terdapat 72 literatur yang dipilih berdasarkan kriteria yang selanjutnya akan melalui proses penyaringan.

3.2.2. Hasil Penyaringan Literatur

Sebanyak 72 literatur berbahasa Inggris yang telah dikumpulkan ini terdiri dari 10 buku dan 62 literatur jurnal. Literatur ini dapat dibedakan menjadi literatur jurnal penelitian dan *review*. Dari 72 literatur ini terdapat 46 literatur penelitian dan 16 literatur *review*. Pada tahap ini juga dilakukan pengecekan kualitas literatur dengan portal SCIMAGO untuk literatur berbahasa Inggris dan SINTA untuk literatur berbahasa Indonesia. Literatur berbahasa Inggris yang diperoleh terdiri dari 40 literatur ranking Q1, 17 literatur ranking Q2, 4 literatur ranking Q3, dan 1 literatur dengan ranking Q4.

3.2.3. Hasil Pemetaan

Setelah melalui proses penyaringan literatur, selanjutnya literatur berdasarkan keberadaan limbah, status valorisasi, tantangan, serta peluang. Pemetaan literatur dilakukan dengan analisis inti jurnal yang terdiri dari jenis limbah, proses, temuan terkait pemanfaatan.



3.2.3.1. Keberadaan Limbah

Berikut ini merupakan tabel mengenai keberadaan limbah yang dihasilkan di sepanjang rantai pasok kentang. Keberadaan limbah kentang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Keberadaan Limbah

No	Jenis Limbah	Total Produksi Limbah	Kandungan Gizi/Senyawa	Sumber	Jenis dan Peringkat Publikasi
1	Kulit kentang	Sebanyak 53–55% dari produksi kentang segar awal hilang (selama panen, distribusi, penjualan, dan konsumsi), sedangkan kentang yang mengalami proses pengolahan akan kehilangan sebanyak 41-46% dari total kentang awal	-	(Willersinn <i>et al.</i> , 2015)	<i>Research</i> , Scopus Q1
2	Kulit kentang, kentang cacat	Sebanyak 5,8 juta kentang terbuang setiap hari (saat panen, <i>grading</i> , penyimpanan, pengemasan, dan konsumsi)	-	(Jagtap <i>et al.</i> , 2019)	<i>Research</i> , Scopus Q1
3	Kulit kentang, air limbah kentang	Selama proses produksi keripik kentang dari 1 ton kentang, dihasilkan limbah kulit kentang sebanyak 50 kg, serta limbah cair sebanyak 4,77 ton dari proses pencucian, pengupasan, sorting, dll.	Karbohidrat, pati, selulosa, hemiselulosa, lignin, protein, abu, lemak, nitrogen, gula larut, dan gula reduksi	(Arapoglou <i>et al.</i> , 2010)	<i>Research</i> , Scopus Q1

4	Kulit kentang, pulp kentang, air limbah kentang	Sebanyak 1 ton kentang menghasilkan 7000 liter air limbah, dan 42-45 kg pulp kentang dari 100 kg kentang, sedangkan untuk memproduksi 1 ton kripik kentang dihasilkan 50 kg kulit kentang.	Pati, selulosa, hemiselulosa, pektin, serat, protein, abu, lignin, polifenol, mineral potasium dan fosfor.	(Kot <i>et al.</i> , 2020)	<i>Review</i> , Scopus Q2
5	Kulit kentang, potongan kentang, dan air limbah kentang.	Setiap ton kentang yang diproses, dihasilkan sekitar 0,16 ton limbah padat.	Pati, polisakarida non-pati, protein, lignin, abu, lipid, polifenol, asam lemak dan asam fenolik	(Pathak <i>et al.</i> , 2017)	<i>Review</i> , Scopus Q1
6	Kulit kentang	Sekitar 70-140 ribu ton kulit kentang	Karbohidrat, protein, vitamin, mineral, antioksidan polifenol, serta glikoalkaloid	(Hossain <i>et al.</i> , 2015)	<i>Research</i> , Scopus Q1
7	Kulit kentang, kentang yang sudah tua, kentang berkualitas rendah, daun kentang dan air limbah (residu dari industri pengolahan pati).	Sebanyak 15%–40% dari massa produk awal hilang saat pengupasan, dihasilkan sisa kentang dan air limbah sebanyak 75% dari massa produk awal	Serat, protein, senyawa fenolik (<i>caffeic acid, ferulic acid, coumaric acid, protocatechuic acid</i>), asam lemak omega-3 tak jenuh, glikoalkaloid serta mineral (zat besi)	(Torres & Domínguez, 2020)	<i>Review</i> , Scopus Q1
8	Kentang yang tidak layak dikonsumsi, kentang yang tidak sesuai spesifikasi, dan kulit kentang.	Sebanyak 45% dari produksi umbi global hilang pada tahap pertanian akibat kualitas hasil panen yang tidak sesuai standar.	Senyawa bioaktif seperti senyawa fenolik, flavonoid, dan glikoalkaloid	(Kosseva, 2020)	Buku <i>Food Industry Wastes</i>

9	Kulit kentang	-	Senyawa fenolik yaitu asam klorogenat, isomet asam klorogenat, dan asam kafeat, flavonoid, glikoalkaloid	(Friedman <i>et al.</i> , 2017)	<i>Research</i> , Scopus Q1
10	Kulit kentang	-	Senyawa fenolik seperti asam klorogenat, kafeat, asam galat, ferulat, <i>p-hydroxybenzoic</i> , <i>p-coumaric</i> dan <i>trans-o-hydroxycinnamic</i>	(Amado <i>et al.</i> , 2014)	<i>Research</i> , Scopus Q1
11	Kulit kentang, potongan kentang, air limbah	Limbah kulit kentang menyumbang hingga 10% dari total limbah kentang	Senyawa fenolik seperti asam klorogenat, asam kafeat, asam galat, asam p-kumarat, asam ferulat, asam protokatekuat, asam vanilat, dan p-hidroksibenzoat.	(Rodríguez-Martínez <i>et al.</i> , 2021)	<i>Review</i> , Scopus Q2
12	Kulit kentang	Sebanyak 1 ton kentang yang diproses menghasilkan 0,16 ton limbah padat dan proses pengupasan menghasilkan sebanyak 6-10% dari limbah kulit kentang	Senyawa fenolik yang termasuk turunan asam <i>hydroxycinnamic</i> yaitu asam klorogenat, kafeat dan ferulic, serta turunan asam hidroksibenzoat yaitu asam galat, protokatekuat, vanilat dan p-hidroksibenzoat	(Singh <i>et al.</i> , 2019)	<i>Review</i> , Scopus Q1
13	Kulit kentang, kentang terbuang, pulp kentang air limbah kentang	Sebanyak 30% kentang yang tidak memenuhi standar terbuang, kehilangan dari pengupasan kentang mencapai 40%, pulp kentang mencapai 75% dari massa produk awal	-	(Torres <i>et al.</i> , 2020)	<i>Research</i> , Scopus Q1

14	Kulit kentang	-	Senyawa bioaktif, termasuk glikoalkaloid yaitu α -solanine dan α -chaconine, serta senyawa fenolik antioksidan seperti <i>quercetin</i> , asam klorogenat dan kafeat.	(Friedman <i>et al.</i> , 2018)	<i>Research</i> , Scopus Q1
----	---------------	---	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------	-----------------------------

Pada Tabel 5., dapat dilihat bahwa jenis limbah yang dihasilkan selama rantai pasok kentang antara lain kulit kentang, potongan kentang terbuang, pulp kentang dan air limbah. Jumlah limbah kentang yang dihasilkan dari setiap ton kentang yang diproses yaitu sekitar 0,16 ton limbah padat (Pathak *et al.*, 2017), dimana terdapat 30% kentang yang tidak memenuhi standar terbuang, kehilangan dari pengupasan kentang mencapai 40%, pulp kentang mencapai 75% dari massa produk awal (Torres *et al.*, 2020). Limbah kentang yang dihasilkan tersebut memiliki banyak kandungan gizi dan senyawa yang bermanfaat seperti protein, serat, pati, serta senyawa fenolik seperti asam klorogenat, asam kafeat, asam galat yang memiliki aktivitas antioksidan (Torres & Domínguez, 2020).

3.2.3.2. Status Valorisasi

Berikut ini merupakan tabel mengenai valorisasi berbagai jenis limbah kentang untuk menghasilkan produk bernilai tinggi. Valorisasi limbah kentang untuk menghasilkan produk bernilai tinggi disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Status Valorisasi

No	Jenis Limbah	Parameter			Aplikasi	Efek terhadap Produk	Sumber	Jenis dan Peringkat Publikasi
		Metode	Pelarut	Suhu				

1	Kulit kentang	Ekstraksi konvensional lalu ekstrak dicampurkan pada minyak kedelai	Etanol	Penyimpanan suhu 60 °C	Penyimpanan selama 15 hari	Antioksidan alami pada minyak kedelai	Menurunkan oksidasi minyak kedelai, mempengaruhi indeks oksidasi lipid	(Franco <i>et al.</i> , 2016)	<i>Research</i> , Scopus Q1
2	Kulit kentang	Ekstraksi konvensional lalu ekstrak kulit kentang yang dilarutkan dalam etanol ditambahkan pada sampel minyak <i>rapeseed</i> dan minyak bunga matahari	Etanol/air	Penyimpanan suhu 50 °C	Penyimpanan selama 21 hari (minyak <i>rapeseed</i>) dan 9 hari (minyak bunga matahari)	Antioksidan alami pada minyak <i>rapeseed</i> dan minyak bunga matahari	Menghambat oksidasi minyak <i>rapeseed</i> , menghambat pembentukan diena terkonjugasi dan senyawa volatil pada minyak bunga matahari	(Samotyj a, 2019)	<i>Research</i> , Scopus Q2
3	Kulit kentang	Kulit kentang dikeringkan, diekstraksi dan difiltrasi lalu sampel minyak kedelai dan ekstrak kulit	Etanol	Penyimpanan suhu 60 °C	Penyimpanan selama 15 hari	Antioksidan pada minyak kedelai	Menjaga kestabilan minyak kedelai, menghambat oksidasi lipid, meminimalkan	(Amado <i>et al.</i> , 2014)	<i>Research</i> , Scopus Q1

6	Kulit kentang	daging cincang lalu disimpan	Metanol, aseton dan air	Penyimpanan suhu 4 °C	Penyimpanan selama 7 hari	Antioksidan alami pada daging salmon	Menghambat oksidasi salmon matang, menunjukkan penurunan nilai TBARS dibandingkan kontrol di akhir penyimpanan	(Albishi <i>et al.</i> , 2013)	<i>Research, Scopus</i> Q1
7	Kulit kentang	Isolasi serat dari kulit kentang dilakukan dengan metode enzymic-chemical lalu fraksi serat dicuci, dikeringkan, digiling halus dan dicampurkan dengan bahan lain untuk	Asam sulfat, natrium hidroksida	<i>Baking</i> suhu 180 °C	<i>Baking</i> selama 11-12 menit	Sumber serat pada biskuit	Meningkatkan kandungan serat, karbohidrat dan abu; menurunkan kandungan lemak dan protein; biskuit menjadi lebih keras dan gelap.	(Dhingra <i>et al.</i> , 2012)	<i>Research, Scopus</i> Q2

		membuat biskuit.					
8	Kulit kentang	Ekstrak pati dari kulit kentang dicampurkan dengan bahan lain untuk membuat roti, diuleni, difermentasi, dipanggang, disimpan	-	Penyimpanan suhu ruang	Penyimpanan selama 7 hari	Bahan tambahan produk roti	Meningkatkan tekstur roti menjadi lebih lembut, memperlambat bread staling (Curti <i>et al.</i> , 2016) <i>Research, Scopus Q1</i>
9	Pulp kentang	Pulp kentang kering dicampurkan ke dalam adonan <i>cookies</i>	-	<i>Baking</i> suhu 210 °C	-	Substitusi tepung gandum pada <i>cookies</i> (sumber serat)	Peningkatan konsentrasi pulp kentang meningkatkan kekerasan <i>cookies</i> , mengubah warna <i>cookies</i> menurunkan skor struktur, rasa, bau dan konsistensi (Boruczka <i>et al.</i> , 2020) <i>Research, Scopus Q3</i>

10	Pulp kentang	<p>Bubuk pulp kentang dicampurkan dengan bahan lain untuk membuat roti pie lalu adonan disimpan dalam ruang fermentasi, dipotong dan dipanggang</p>	-	<p><i>Baking</i> suhu 180 °C</p>	<p><i>Baking</i> selama 30 menit</p>	<p>Substitusi tepung gandum pada adonan roti pie</p>	<p>Meningkatkan kandungan abu, serat dan pati, serta menurunkan kandungan lemak, karbohidrat, energi dan <i>lightness</i></p>	<p>(Kumar <i>et al.</i>, 2020)</p>	<p><i>Research</i>, Scopus Q3</p>
11	Pulp kentang	<p>Tepung, ragi, pulp kentang, dan air dicampurkan, diuleni, difermentasi, dipipihkan, dipotong, dibentuk, <i>proofing</i> dan dikukus</p>	-	<p><i>Proofing</i> suhu 32 °C</p>	<p><i>Proofing</i> selama 15 menit</p>	<p>Substitusi tepung gandum pada adonan roti kukus</p>	<p>Menurunkan kandungan pati cepat dicerna (<i>rapidly digestible starch</i>), dan indeks glikemik, warna roti kukus menjadi lebih gelap, substitusi pulp kentang yang terlalu banyak</p>	<p>(Cao <i>et al.</i>, 2019)</p>	<p><i>Research</i>, Scopus Q1</p>

								akan menurunkan volume spesifik, <i>springiness</i> , <i>cohesiveness</i> dan meningkatkan kekerasan		
12	Pulp kentang (pati)	Tepung, pati kentang (pulp), air dicampurkan hingga terbentuk adonan yang rata, lalu dipipihkan menjadi lembaran adonan, dipotong dan direbus	-	-	-	Bahan tambahan pada adonan mie		Meningkatkan <i>adhesiveness</i> , <i>springiness</i> adonan, meningkatkan <i>water absorption</i> , warna dan kehalusan mie	(Tao <i>et al.</i> , 2020)	<i>Research</i> , Scopus Q2
13	Pulp kentang	Pulp kentang dikeringkan dan diekstrusi lalu dicampurkan	-	Penyimpanan suhu 5°C	-	Bahan tambahan pada <i>gluten-free spaghetti</i>		Warna pasta menjadi lebih kekuningan, karakteristik	(Bastos <i>et al.</i> , 2016)	<i>Research</i> , Scopus Q1

	dengan bahan lain untuk membuat pasta dan dicetak				memasak yang lebih baik (waktu memasak lebih cepat, kehilangan padatan terhadap air lebih sedikit, dan <i>yield</i> lebih tinggi)	
14	Air limbah kentang Pati kentang dari air limbah diasamkan dengan larutan asam laktat, dihomogenisasi, dikeringkan dan disimpan lalu dicampurkan dengan bahan lain untuk membuat biskuit, dicetak, dipanggang, disimpan	-	Penyimpanan suhu 25°C dan 35°C	Penyimpanan selama 180 hari	Substitusi tepung terigu pada <i>cookies</i>	Warna biskuit menjadi sedikit coklat, kekerasan meningkat (Morais <i>Research, et al.</i> , 2018) Scopus Q2

15	Pulp kentang (pati) dan <i>xanthan gum</i> dicampurkan dengan bahan lain untuk membuat saus, dipanaskan dan diaduk, disimpan.	-	Penyimpanan suhu 4 °C	Penyimpanan selama 2 minggu	Pengental saus tomat	Meningkatkan <i>adhesiveness</i> , <i>cohesiveness</i> dan viskositas saus tomat, ketahanan asam lebih baik, serta lebih stabil dalam penyimpanan	(Cai <i>et al.</i> , 2020)	<i>Research</i> , Scopus Q2
16	Pulp kentang (pati) dan <i>Xanthan gum</i> dan gula dicampurkan ke pulp kentang, dipanaskan dan diaduk, lalu glukosa dan pewarna diaduk dan dipanaskan dalam waterbath. Pulp kentang dan glukosa dicampurkan, diaduk lalu	-	Penyimpanan suhu 5 °C	Penyimpanan selama 7 bulan	Pengental saus karamel	Meningkatkan <i>firmness</i> dan kekentalan saus karamel, dan lebih stabil dalam penyimpanan.	(Krystyja <i>n et al.</i> , 2012)	<i>Research</i> , Scopus Q1

		didinginkan dan disimpan					
17	Pulp kentang (pati)	Pati dari kulit kentang diekstrak, dikeringkan kemudian dicampurkan pada susu, dipanaskan dan diaduk hingga pati larut. Susu ditambahkan starter, dimasukkan wadah, diinkubasi.	-	Penyimpanan suhu 5 °C	Penyimpanan selama 15 hari	Penstabil yogurt	Meminimalkan perubahan keasaman total, penurunan pH, pengurangan sineresis, dan parameter sensori yang lebih baik. (Altemi mi, 2018) <i>Research, Scopus Q1</i>
18	Pulp kentang (pati)	Pulp kentang (pati) ditambahkan pada jus, diaduk hingga pati larut, lalu dimasukkan dalam botol dan disimpan	-	Penyimpanan suhu 28 °C	Penyimpanan selama 15 hari	Penstabil jus nanas	Meningkatkan <i>cloud stability</i> jus nanas, mempengaruhi kekeruhan, viskositas, sedimentasi dan kandungan (Tiruneh et al., 2021) <i>Research, Scopus Q2</i>

								mikroba jus nanas	
19	Pulp kentang	Pulp pektik polisakarida (PPP) dibuat dengan menghilangkan pati dalam pulp kentang kering, lalu dipanaskan, disaring, dinetralkan ditambahkan etanol, disimpan, endapan dicuci, dilarutkan lagi, didialisis, difreeze drying lalu dilarutkan, dicampurkan pada <i>acidified milk drinks</i> dan dihomogenisasi	Air	Penyimpanan suhu ruang	Penyimpanan selama 7 hari	<i>Stabilizer Acidified Milk Drinks</i>		Mengurangi flukolasi kasein dan sedimentasi di <i>acidified milk drinks</i> , mempertahankan dispersi kasein	(Sun <i>et al.</i> , 2020) <i>Research, Scopus Q1</i>
20	Kulit kentang	Sampel kulit kentang ditambahkan	<i>Ultrapure water</i>	-	Pengeringan 2 hari	Bahan baku biopolimer film	Sifat penghalang biopolimer	(Rommi <i>et al.</i> , 2016)	<i>Research, Scopus Q1</i>

		gliserol dan dicampur dalam kondisi vakum, lalu larutan film dituangkan, dikeringkan dan disimpan.				film dari kulit kentang sebanding dengan sifat penghalang dari film pati murni.			
21	Kulit kentang	Bubuk kulit kentang dihidrasi, dipre-homogenisasi, diberi perlakuan <i>high-pressure homogenization</i> (HPH) lalu dicampurkan dengan gliserol, diwater bath, didinginkan, divakum, dicetak, disimpan	Air	Pengeringan suhu 23 °C	Pengeringan selama 48 jam	Bahan baku biopolimer film	Penyerapan air menjadi lebih tinggi, penghalang kelembaban lebih rendah	(Kang <i>et al.</i> , 2015)	<i>Research, Scopus Q2</i>
22	Kulit kentang	Kulit kentang dicampurkan dalam air lalu dihomogenisasi,	Air	Pengeringan suhu 45 °C	Pengeringan selama 12 jam	Bahan baku biopolimer film	Menurunkan <i>water vapor permeability, moisture</i>	(Borah <i>et al.</i> , 2017)	<i>Research, Scopus Q1</i>

adonan roti (Cao *et al.*, 2019). Pemanfaatan pulp kentang menambahkan pati dari pulp kentang ke dalam bahan pembuat saus dan jus (Cai *et al.*, 2020; Tiruneh *et al.*, 2021).



Gambar 3. Pemanfaatan Limbah Kentang pada Berbagai Produk Pangan

Gambar 3. menunjukkan pemanfaatan limbah kentang untuk menghasilkan berbagai produk pangan bernilai tinggi seperti antioksidan, substitusi tepung pada produk *bakery*, *stabilizer* dan pengental saus, serta biopolimer film. Dari 24 jurnal pada tabel pemetaan yang membahas mengenai valorisasi limbah kentang, 33% diantaranya dimanfaatkan sebagai substitusi tepung, 25% sebagai antioksidan alami, 21% sebagai bahan biopolimer film, dan 21% sebagai *stabilizer* dan pengental.

3.2.3.3. Tantangan Implementasi Produk Valorisasi

Berikut ini merupakan tabel mengenai tantangan yang dijumpai pada proses valorisasi berbagai jenis limbah kentang untuk menghasilkan produk bernilai tinggi. Tantangan dalam valorisasi limbah kentang untuk menghasilkan produk bernilai tinggi disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Tantangan

No	Jenis Limbah	Produk	Tantangan	Sumber	Jenis dan Peringkat Publikasi
1	Kulit kentang	Antioksidan senyawa fenolik	Ekstraksi konvensional (<i>soxhlet</i> dan <i>heat flux</i>) membutuhkan waktu ekstraksi yang lebih lama, pelarut lebih banyak dan meningkatkan resiko degradasi senyawa yang tidak tahan panas	(Singh <i>et al.</i> , 2011)	<i>Research</i> , Scopus Q1
3	Kulit kentang	Antioksidan senyawa fenolik	<i>Solid-Liquid Extraction</i> (SLE) membutuhkan energi dan jumlah pelarut yang tinggi, dan penggunaan pelarut metanol dapat menimbulkan efek toksisitas	(Fritsch <i>et al.</i> , 2017)	<i>Review</i> , Scopus Q1
4	Kulit kentang	Antioksidan senyawa fenolik	<i>Solid-Liquid Extraction</i> (SLE) membutuhkan waktu ekstraksi yang lebih lama dan pelarut yang lebih banyak, penggunaan pelarut organik memiliki sifat mudah terbakar dan toksisitas yang tinggi	(Gaudino <i>et al.</i> , 2020)	<i>Review</i> , Scopus Q1
5	Kulit kentang	Antioksidan senyawa fenolik	Penggunaan air sebagai pelarut senyawa fenolik akan membuat ekstrak kurang	(Farvin <i>et al.</i> , 2012)	<i>Research</i> , Scopus Q1

			efisien dalam menghambat oksidasi lipid karena kandungan fenolik yang terekstrak lebih sedikit		
6	Kulit kentang	Produk pangan	Kulit kentang mengandung glikoalkaloid seperti α -solanine dan α -chaconine yang bersifat toksik yang akan menyebabkan rasa pahit, sensasi terbakar di tenggorokan dan mulut.	(Omayio <i>et al.</i> , 2016)	<i>Review</i> , Scopus Q3
7	Kulit kentang	Produk pangan	Kandungan glikoalkaloid yang letaknya di kulit dan tepat di bawah permukaan kentang akan menyebabkan keracunan jika kandungannya di atas 20 mg/100 g kentang	(Rytel, 2012)	<i>Research</i> , Scopus Q2
8	Kulit kentang	Biskuit	Penambahan serat kulit kentang mempengaruhi karakteristik sensori pada biskuit yaitu warna gelap dan tekstur keras, rasa dan mouthfeel juga sangat berubah.	(Dhingra <i>et al.</i> , 2012)	<i>Research</i> , Scopus Q2
9	Pulp kentang	Roti kukus	Kandungan polifenol oksidase dalam pulp kentang akan menyebabkan roti kukus berwarna lebih gelap	(Cao <i>et al.</i> , 2019)	<i>Research</i> , Scopus Q1
10	Kulit kentang	Biopolimer film	Film dari kulit kentang memiliki sifat sensori yang kurang baik seperti warna kecoklatan, kurang tembus cahaya, permukaan lebih kasar dan terdapat cacat visual (kurang baik jika dibandingkan film	(Rommi <i>et al.</i> , 2016)	<i>Research</i> , Scopus Q1

			pati kentang yang berwarna transparan, permukaan yang sangat halus dan homogen)	
11	Kulit kentang	Biopolimer film	Film yang ditambahkan ekstrak kulit kentang memiliki retakan pada permukaannya seiring dengan meningkatnya penambahan ekstrak kulit kentang	(Gebrechistos <i>et Research</i> , Scopus <i>al.</i> , 2020) Q2

Berdasarkan Tabel 7., tantangan yang ditemukan dari proses valorisasi antara lain dari segi metode atau teknologi yang digunakan, keamanan pangan, dan karakteristik produk yang dihasilkan. Dari segi metode yaitu metode ekstraksi konvensional yang umumnya digunakan untuk mengekstrak senyawa fenolik kulit kentang membutuhkan waktu ekstraksi yang lama dan pelarut yang banyak (Singh *et al.*, 2011; Gaudino *et al.*, 2020). Segi keamanan pangan menjadi tantangan karena adanya kandungan glikoalkaloid pada kulit kentang yang bersifat toksik (Omayio *et al.*, 2016). Beberapa produk kentang yang memiliki kandungan glikoalkaloid tinggi contohnya keripik kentang (166-304 mg/ kg bb) dan bubuk kulit kentang (1,527-1,541 mg/ kg b.k) (Schrenk *et al.*, 2020). Sementara itu, dari segi karakteristik produk yaitu biskuit dengan penambahan kulit kentang memiliki warna gelap dan tekstur keras (Dhingra *et al.*, 2012) serta biopolimer film dari kulit kentang memiliki sifat sensori (warna dan permukaan) yang kurang baik jika dibandingkan dengan film pati kentang (Rommi *et al.*, 2016).

3.2.3.4. Peluang

Berikut ini merupakan tabel mengenai peluang yang dapat dilakukan untuk mengatasi tantangan pada proses valorisasi berbagai jenis limbah kentang untuk menghasilkan produk bernilai tinggi. Peluang untuk mengatasi tantangan dalam valorisasi limbah kentang untuk menghasilkan produk bernilai tinggi disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Peluang

No	Jenis Limbah	Produk	Peluang	Sumber	Jenis dan Peringkat Publikasi
1	Kulit kentang	Antioksidan senyawa fenolik	Metode alternatif untuk ekstraksi senyawa fenolik limbah kentang yaitu <i>ultrasonic-assisted extraction</i> (UAE), <i>microwave-assisted extraction</i> (MAE), <i>pressurized liquid extraction</i> (PLE), dan <i>supercritical fluid extraction</i> (SFE) yang menghasilkan ekstrak yang kaya akan senyawa fenolik, waktu ekstraksi yang singkat, dan pelarut yang aman, hasil ekstraksi dan tingkat <i>recovery</i> senyawa fenolik yang lebih tinggi	(Osorio-Tobón, 2020).	Review, Scopus Q2
2	Kulit kentang	Antioksidan senyawa fenolik	Metode alternatif untuk ekstraksi senyawa fenolik limbah kentang yaitu <i>ultrasound-assisted extraction</i> yang sederhana, fleksibel, mudah digunakan, meningkatkan efisiensi ekstraksi dengan mempercepat difusi, meningkatkan penetrasi pelarut dan perpindahan massa.	(Kumari <i>et al.</i> , 2017)	Research, Scopus Q1
3	Kulit kentang	Antioksidan senyawa fenolik	Metode alternatif untuk ekstraksi senyawa fenolik limbah kentang dengan <i>direct ultrasound-assisted extraction</i> (DUAE)	(Wang <i>et al.</i> , 2020)	Research, Scopus Q2

			menghasilkan yield yang lebih tinggi, efisiensi lebih tinggi, dan laju ekstraksi yang lebih cepat dibandingkan metode ekstraksi konvensional dan <i>indirect ultrasound-assisted extraction</i> (IUAE)	
4	Kulit kentang	Antioksidan senyawa fenolik	Metode alternatif untuk ekstraksi senyawa fenolik limbah kentang yaitu <i>microwave-assisted extraction</i> (MAE) dan <i>pressurized liquid extraction</i> (PLE) yang membutuhkan waktu ekstraksi lebih cepat, selektif, hemat energi, jumlah pelarut yang lebih sedikit dibandingkan dengan metode ekstraksi konvensional	(Akyol <i>et al.</i> , 2016) <i>Review</i> , Scopus Q1
5	Kulit kentang	Antioksidan senyawa fenolik	<i>Pressurized liquid extraction</i> (PLE) adalah metode alternatif untuk mengekstrak antioksidan pada limbah kulit kentang yang membutuhkan waktu ekstraksi yang lebih cepat dan konsumsi pelarut organik yang lebih rendah daripada metode ekstraksi konvensional	(Wijngaard <i>et al.</i> , 2012) <i>Research</i> , Scopus Q1
6	Kulit kentang	Antioksidan senyawa fenolik	Metode alternatif untuk ekstraksi senyawa fenolik limbah kentang yaitu <i>pressurized liquid extraction</i> (PLE) yang dapat meningkatkan kelarutan senyawa target, laju difusi pelarut dan perpindahan massa, membutuhkan waktu ekstraksi yang lebih	(Hossain <i>et al.</i> , 2015) <i>Research</i> , Scopus Q1

			singkat, jumlah pelarut yang lebih sedikit, selektivitas dan hasil ekstraksi yang lebih tinggi		
7	Kulit kentang	Antioksidan senyawa fenolik	Metode alternatif untuk ekstraksi senyawa fenolik limbah kentang yaitu kombinasi <i>pulsed electric fields</i> (PEF) sebelum <i>solid-liquid extraction</i> (SLE) yang dapat meningkatkan kandungan senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan dalam ekstrak, serta mengurangi waktu dan suhu ekstraksi, pelarut lebih sedikit dibandingkan metode konvensional	(Frontuto <i>et al.</i> , 2019)	<i>Research</i> , Scopus Q1
8	Kulit kentang	Antioksidan senyawa fenolik	Metode alternatif ekstraksi senyawa fenolik dari kulit kentang dapat menggunakan <i>sequential hydrothermal extraction</i> (SeqHTE) yang membutuhkan waktu ekstraksi lebih singkat, selektivitas dan hasil ekstraksi yang lebih tinggi	(Martinez-Fernandez <i>et al.</i> , 2020)	<i>Research</i> , Scopus Q2
9	Kulit kentang	Antioksidan senyawa fenolik	Metode alternatif ekstraksi senyawa fenolik dari kulit kentang dapat menggunakan teknik <i>subcritical water</i> yang menghasilkan lebih banyak ekstrak senyawa fenolik, membutuhkan waktu yang lebih singkat, serta pelarut yang lebih sedikit	(Singh & Saldaña, 2011)	<i>Research</i> , Scopus Q1

10	Kulit kentang	Antioksidan senyawa fenolik	Teknologi ekstraksi dengan pemanasan ohmik memungkinkan penggunaan air sebagai pelarut untuk mengekstrak fenolat dari kulit kentang yang lebih aman dan tidak menimbulkan efek toksisitas	(Pereira <i>et al.</i> , 2016)	<i>Research</i> , Scopus Q1
11	Kulit kentang	Produk pangan	Metode yang dapat dilakukan untuk menurunkan kandungan glikoalkaloid pada kentang yaitu proses <i>blanching</i> yang menurunkan kandungan glikoalkaloid sebesar 28% serta pengeringan yang menurunkan glikoalkaloid sebesar 25%	(Rytel, 2012)	<i>Research</i> , Scopus Q2
12	Kulit kentang	Produk pangan	Metode untuk menurunkan kandungan glikoalkaloid pada kentang dapat dilakukan <i>blanching</i> yang menurunkan kadar glikoalkaloid hingga 25%, serta proses pengeringan yang menurunkan glikoalkaloid dari 38,18 mg/100 g b.k menjadi 3,34 mg/100 g b.k	(Elżbieta, 2012)	<i>Research</i> , Scopus Q1
13	Kulit kentang	Biskuit, roti	Metode yang dapat dilakukan untuk mengurangi warna kecoklatan pada biskuit dan roti yaitu proses <i>blanching</i> . Proses <i>blanching</i> akan menginaktivasi enzim polifenol oksidase dan meningkatkan karakteristik sensori seperti warna dan tekstur.	(Reis, 2017)	Buku <i>New perspectives on food blanching</i>

14	Kulit kentang	Biopolimer film	Metode yang dapat dilakukan untuk mencegah film kulit kentang berwarna kecoklatan dan dapat lebih transparan yaitu dengan mengaplikasikan NaHSO_3 pada kulit kentang dan melakukan pemanasan untuk meningkatkan transparansi film kulit kentang, mengurangi kekasaran dan cacat visual	(Rommi <i>et al.</i> , <i>Research</i> , Scopus 2016)	Q1
----	---------------	-----------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------	----

Berdasarkan Tabel 8., dapat dilihat bahwa terdapat beberapa peluang yang dapat dilakukan untuk mengatasi tantangan yang dijumpai pada proses valorisasi. Untuk mengatasi ekstraksi senyawa fenolik kulit kentang dengan metode konvensional yang lama dapat menggunakan metode alternatif seperti *ultrasonic-assisted extraction* (UAE), *microwave-assisted extraction* (MAE), *pressurized liquid extraction* (PLE), dan *supercritical fluid extraction* (SFE) yang membutuhkan waktu ekstraksi yang cepat dan pelarut lebih sedikit. Sedangkan untuk mengurangi kandungan glikoalkaloid pada kulit kentang dapat dilakukan proses *blanching* dan pengeringan sebelum digunakan. Sementara karakteristik sensori yang kurang dalam produk *bakery* dapat dilakukan proses *blanching* dan pada biopolimer film kulit kentang dapat diatasi dengan mengaplikasikan NaHSO_3 pada kulit kentang dan melakukan pemanasan.