

## 4. HASIL

### 4.1. Hasil Analisis Kesenjangan

Berdasarkan literatur-literatur yang telah ditemukan masih ada peluang pemanfaatan limbah padi menjadi bahan pengemas yang ramah lingkungan, namun hingga saat ini pemanfaatan limbah padi menjadi bahan kemasan masih terbatas. Pada umumnya limbah padi dimanfaatkan sebagai pakan ternak, bahan bakar, sebagai pupuk atau dibuang begitu saja. Sebagian besar literatur hanya membahas mengenai bioplastik berbasis pati dan *biodegradable film*. Selain itu literatur-literatur sebelumnya belum banyak membahas proses pengolahan limbah padi menjadi bioplastik, karakteristik serta produk yang dihasilkan berupa kemasan. Berikut merupakan fokus artikel *review* terdahulu yang membahas mengenai kemasan *biodegradable* dan bioplastik dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 7. Publikasi *Review* Sebelumnya

No.	Penulis dan Identitas Jurnal	Judul	Fokus <i>Review</i>	Kesimpulan
1.	Vieira <i>et al.</i> , (2011) - European Polymer Journal, 47, 254-263. (2011)	<i>Natural-based plasticizers and biopolymer films : A review</i>	Pemlastis alami yang digunakan dalam pembuatan <i>biodegradable film</i>	Pembuatan <i>biodegradable film</i> menggunakan pemlastis alami dapat memberikan kemampuan kerja yang baik untuk biopolimer. Contoh pemlastis alami yang digunakan seperti sitrat, poliol, triasetin, esteramida oligomer, dan turunan asam lemak yang ditandai dengan tingkat toksisitas rendah sehingga banyak digunakan untuk mengatasi permasalahan penggunaan kemasan konvensional. Selain itu penggunaan pemlastis alami ini dapat terurai secara alami, sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan sebagai alternatif penggunaan kemasan konvensional
2.	Coppola <i>et al.</i> , (2021) - Earth Systems and	<i>REVIEW ARTICLE Bioplastic from Renewable Biomass:</i>	Bioplastik dan <i>biodegradable film</i> dari polisakarida terutama	Polihidroksialkanoat (PHA) merupakan poliester linier, yang diproduksi melalui proses mikrobiologi, enzimatik, ataupun kimia namun

No.	Penulis dan Identitas Jurnal	Judul	Fokus <i>Review</i>	Kesimpulan
	Environment Volume 5, 231-235	<i>A Facile Solution for a Greener Environment</i>	pati, protein dan sumber karbon aktif lainnya	produksinya masih belum kompetitif karena biaya. PHA biokompatibel dan <i>biodegradable</i> dapat digunakan sebagai alternatif plastik konvensional yang memiliki berbagai karakteristik termal dan mekanik. Namun terdapat cara lain untuk melakukan produksi dengan proses tiga langkah yang terdiri dari CO <sub>2</sub> reduksi menjadi asetat dan butirat melalui elektrosintesis mikroba, ekstraksi/konsentrasi asetat dan butirat, dan produksi PHA dari asam lemak volatil. Sekitar 250 jenis bakteri membantu menghasilkan PHA. Jadi, bioplastik ini dikumpulkan dengan penghancuran bakteri dan kemudian terputus dari materi sel mikroba sehingga PHA memiliki karakteristik penghalang yang baik
3.	Reshmy <i>et al.</i> , (2021) - Reviews in	<i>Bioplastic production from renewable</i>	Lignoselulosa sebagai bahan bioplastik yang	Biomassa lignoselulosa mengandung holoselulosa dan lignin. Dimana komposisi lignin tergantung

No.	Penulis dan Identitas Jurnal	Judul	Fokus <i>Review</i>	Kesimpulan
	Environmental Science and Bio/Technology volume 20, 167-187	<i>lignocellulosic feedstocks : a review</i>	ramah lingkungan	pada rasio berbagai unit monomer tergantung pada sumber biomassa. Selain itu biomassa ini juga memiliki struktur dan komposisi yang heterogen dan kompleks serta memiliki banyak variasi. Untuk menghasilkan produk dari bioplastik berbahan biomassa dapat melalui proses pretreatment, sakarifikasi, detoksifikasi cairan, fermentasi, purifikasi hingga pembuatan biokomposit. Pengembangan bioplastik menggunakan bahan tersebut dapat juga dilakukan menggunakan 2 jalur yaitu konversi lignin dan konversi selulosa
4.	Atiwesh <i>et al.</i> , (2021) - Heliyon 7(9): e07918	<i>Environmental impact of bioplastic use : A review</i>	Berbagai jenis bioplastik yang digunakan sebagai pengemas dengan bahan utama yang berbeda-beda	Plastik <i>biodegradable</i> dimanfaatkan sebagai pengemas yang ramah lingkungan untuk mengurangi penggunaan plastik konvensional karena berbasis minyak bumi. Bioplastik dengan bahan berupa pati, selulosa, minyak nabati serta lemak nabati yang diproduksi dapat terurai ataupun

No.	Penulis dan Identitas Jurnal	Judul	Fokus <i>Review</i>	Kesimpulan
				tidak dapat terurai dapat dipertimbangkan dari faktor komposisi, derajat kristalisasi, faktor lingkungan dengan lama waktu proses degradasi
5.	Brodin <i>et al.</i> , (2017). <i>Journal of Cleaner Production</i> volume 162, 646-664	<i>Lignocellulosics as sustainable resources for production of bioplastics - a review</i>	Lignoselulosa sebagai pengganti kemasan plastik dan material berbasis fosil	Biomassa lignoselulosa dapat dimanfaatkan sebagai pengganti kemasan konvensional yang dapat diperbarui. Bahan baku untuk produksi berbagai serat seperti serat pulp dan serat nano, lignin dan biopolimer dapat diaplikasikan menjadi produk kertas, produksi bioenergi dan biokomposit didapat dari lignoselulosa. Meskipun produksi bioplastik ini diproduksi dengan bahan terbarukan, namun belum tentu dapat terurai secara alami.
6.	Laftah <i>et al.</i> , (2021). <i>Polymers and Polymer Composites</i> , Vol.	<i>Rice waste - based polymer composites for packaging applications : A</i>	Pemanfaatan limbah padi sebagai komposit polimer untuk aplikasi pengemas	Biopolimer yang dibagi menjadi 3 kategori utama dengan proses produksi yang berbeda, yaitu dengan proses ekstraksi dari bahan alami, melalui sintesis kimia konvensional dan produksi melalui bantuan

No.	Penulis dan Identitas Jurnal	Judul	Fokus <i>Review</i>	Kesimpulan
	29(9S) S1621– S1629	<i>review</i>		mikroorganismen atau bakteri. Polimer <i>biodegradable</i> dibagi menjadi polimer alami dan sintesis yang dapat dilakukan proses hidrolisis sehingga dapat berlangsung reaksi kimia, biologi serta fotokimia. Tantangan produksi dan penggunaan kemasan <i>biodegradable</i> yaitu dapat menyesuaikan umur simpan produk, tetap stabil tanpa ada perubahan dari sifat mekaniknya serta dapat terdegradasi di lingkungan.
7.	Maraveas (2020). Polymers, vol 12(5), 1127	<i>Production of Sustainable and Biodegradable Polymers from Agricultural Waste</i>	Polimer <i>biodegradable</i> dengan bahan berbagai limbah pertanian	Proses produksi biopolimer dapat dibedakan tergantung produk yang diinginkan dan bahan yang tersedia dengan menggunakan metode melalui sintesis kimia, bakteri maupun dari campuran polimer dan bahan tambahan lainnya. Pemilihan biopolimer pada berbagai aplikasi juga didasarkan pada sifat fisik polimer seperti kuat tarik dan kekuatan luluh.

No.	Penulis dan Identitas Jurnal	Judul	Fokus <i>Review</i>	Kesimpulan
8.	Inayati et al., (2020) EQUILIBRIUM research, Vol 4, No 1	<i>Fabrication of Bioplastic from Rice Straw</i>	Pemanfaatan jerami padi yang diproses menjadi bioplastik	Pembuatan bioplastik berbasis jerami padi dilakukan melalui ekstraksi selulosa dari jerami padi. Proses ekstraksi dilakukan untuk mendapatkan residu berupa <i>pulp</i> yang kemudian diblender. Penghancuran <i>pulp</i> dilakukan untuk memperkecil ukuran dan memecah serat selulosa. Pembuatan bioplastik ini ditambahkan karboksimetil selulosa (CMC) dan gliserol dengan jumlah yang sesuai. Saat kandungan CMC dan gliserol rendah maka bioplastik akan mudah terdegradasi.
9.	Dutta and Maji (2022) Journal of Thermoplastic Composite Materials, Vol. 0(0) 1–21	<i>Development of waste rice husk/PVC/GO nanocomposite using TA–CaO adduct and ESO as green</i>	Pembuatan biokomposit dari limbah sekam padi dengan penambahan PVC	Penggunaan komponen organik atau anorganik yang telah dikombinasikan digunakan sebagai penstabil dengan menggunakan PVC, dimana stabilisator ini bersifat <i>biodegradable</i> . Selain itu digunakan bahan tambahan seperti tannic acid-calcium oxide (TA–CaO) dan <i>Epoxidized Soybean</i>

No.	Penulis dan Identitas Jurnal	Judul	Fokus <i>Review</i>	Kesimpulan
		<i>additives</i>		<i>oil</i> (ESO)
10	Wang <i>et al.</i> , (2022) Journal of Bioresources and Bioproducts, Vol. 7, 1-13	<i>Biobased materials for food packaging</i>	Kemasan makanan dengan bahan berupa <i>biobased</i>	Bahan bio yang digunakan sebagai pengemas makanan termasuk polimer <i>biobased</i> , serat <i>bio-based</i> dan kompositnya lebih efektif untuk pengawetan makanan. Bahan <i>biobased</i> biasanya diaplikasikan sebagai pelapis, emulsi dan film. Contoh bahan berbasis bio yaitu polimer <i>biobased</i> , nanomaterial <i>biobased</i> dan serat <i>biobased</i> . Penggunaan bahan ini termasuk ramah lingkungan karena dapat terdegradasi dan bersifat <i>biodegradable</i> .



Pada Tabel 6. dapat diketahui bahwa pembuatan bioplastik sebagai bahan pengemas dilakukan dengan memanfaatkan limbah pertanian salah satunya pada tanaman padi, baik limbah yang dihasilkan setelah proses produksi maupun berbagai komponen yang terkandung didalamnya. Berbagai komponen pendukung juga digunakan dalam pembuatan bioplastik terutama pemlastis alami, contohnya penambahan kitosan yang berfungsi sebagai antimikroba dan penguat pada biopolimer, bahan pati juga sering digunakan dalam campuran pembuatan bioplastik karena mudah didapat, keberadaannya melimpah dan mudah terdegradasi. Dari beberapa literatur, dapat dilihat bahwa limbah padi yang diolah menjadi bioplastik menghasilkan produk berupa *biodegradable film* dengan metode dan perlakuan yang berbeda-beda. Mulai dari persiapan bahan baku, proses ekstraksi, proses pencetakan, pengembangan produk hingga proses penyimpanan sebelum digunakan. Karakteristik yang dihasilkan oleh tiap produk dapat berbeda-beda tergantung perlakuan dan bahan yang digunakannya. *Review* ini difokuskan pada hasil akhir produk dengan berbagai komponen tambahan yang digunakan serta karakteristik untuk meningkatkan sifat mekanik dan fisik yang dihasilkan dari limbah padi menjadi bioplastik sebagai alternatif penggunaan kemasan konvensional dan berkelanjutan.

#### **4.2. Hasil Pemetaan Literatur**

Hasil pemetaan dilakukan setelah melalui proses penyaringan literatur. Literatur yang telah dikumpulkan berdasarkan pemanfaatan limbah padi menjadi kemasan ramah lingkungan dengan beberapa produk yang dihasilkan. Pemetaan dilakukan dengan menganalisis jurnal dan menemukan inti dari isi jurnal yang terkait dengan limbah yang dihasilkan, metode pengolahan serta karakteristik yang dihasilkan dari produk tersebut.

#### 4.2.1. Limbah Padi dan Komponen Pendukungnya

Komposisi jerami beserta komponen pendukungnya disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Komposisi Jerami dan Hasil Valorisasi Beserta Karakteristiknya

No	Bagian Limbah	Komposisi Limbah	Produk valorisasi	Metode pengolahan	Karakteristik hasil olahan limbah padi	Sumber
1.	Jerami	Selulosa Lignin	Bioplastik	Menggunakan metode inversi fasa dengan teknik penguapan pelarut ( <i>solvent casting</i> ) dimana polimer dilarutkan dalam suatu pelarut kemudian dicetak pada plat kaca dan di diamkan hingga kadar air menguap	- Permukaan bioplastik tidak rata, terdapat gumpalan - Tahan terhadap air/tidak larut air - gaya tarik antar molekul pada bioplastik rapat	Pratiwi <i>et al.</i> , (2016)
2.	Jerami	Selulosa	Film kitosan	Ekstraksi serat jerami dan serat berukuran nano dengan menggiling bahan kemudian direndam dalam air lalu dikeringkan. Pembuatan film dengan melarutkan bahan dalam asam asetat kemudian dipanaskan dan diaduk, setelah itu dituang dalam wadah lalu dikeringkan	- Kekuatan tarik dari kitosan yang meningkat karena pembentukan jaringan tiga dimensi dari serat nano dalam kitosan. - Kekuatan luluh ( <i>yield strength</i> ) tertinggi sekitar 23 MPa dan modulus Young sekitar 1200 MPa	Elhussieny <i>et al.</i> , (2020)

No	Bagian Limbah	Komposisi Limbah	Produk valorisasi	Metode pengolahan	Karakteristik hasil olahan limbah padi	Sumber
3.	Jerami	Selulosa Lignoselulosa	Bioplastik	Jerami dipotong, disusun secara paralel dimana tiap ikatan dibungkus lapisan <i>biodegradable</i> sehingga membentuk silinder, dipadatkan dalam cetakan, dipanaskan suhu sekitar 80°C	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ketahanan produk lebih memadai dari pemotongan</li> <li>- Modulus elastis yaitu sekitar 1,5 dan lebih dari 2.</li> <li>- Tidak ada rongga saat mengisi pencetakan sehingga dapat mempertahankan struktur</li> <li>- Visko-elastisitas pada benda apabila ditekan sampai kira-kira 30 kPa</li> </ul>	Rossi <i>et al.</i> , (2020)
4.	Jerami	Pati	Film pati	Ekstraksi senyawa fenolik dengan pelarut organik kemudian diuapkan dibawah vakum, lalu ekstrak dilarutkan kembali dalam air kemudian diliofilisasi untuk menentukan berat kering. Pembuatan film dengan mencampurkan bahan kemudian dicetak	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Struktur film homogen tanpa adanya retakan besar, namun terdapat celah halus</li> <li>- Kekuatan tarik yang lebih tinggi</li> <li>- Aktivitas antioksidan pada film pati lebih tinggi dibanding film pati-gliserol</li> <li>- Warna merah kecoklatan</li> </ul>	Menzel <i>et al.</i> , (2020)
5.	Jerami	Selulosa Hemiselulosa Lignin	Bioplastik	Ekstraksi jerami padi menggunakan ekstraktor padat-cair dinamis cepat ±3 jam, sampel dicuci dan dikeringkan	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dapat menyerap air dengan baik</li> <li>- Bersifat elastis, pada sampel kering 6% dan</li> </ul>	Bilo <i>et al.</i> , (2018)

No	Bagian Limbah	Komposisi Limbah	Produk valorisasi	Metode pengolahan	Karakteristik hasil olahan limbah padi	Sumber
					<p>sampel basah 63%</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Penyerapan air tinggi sekitar 89% dan 61%.</li> <li>- pH netral (6,02)</li> <li>- dapat terurai dalam waktu 105 hari didalam tanah</li> </ul>	
6.	Jerami	Selulosa	Kertas	Pembuatan bubur jerami menggunakan metode kraft. Pembuatan komposit dengan polimerisasi emulsi, diaduk kemudian disimpan dalam suhu rendah. Pembentukan lembaran setelah pengovenan, dicetak dan ditekan lalu dikeringkan dan disimpan	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Permukaan polimer menjadi lebih besar</li> <li>- homogenitas meningkat seiring peningkatan konsentrasi pada polianilin</li> </ul>	Youssef <i>et al.</i> , (2012)
7.	Jerami	Serat jerami berukuran nanometer	Bioplastik	Bahan ditimbang dan dilakukan pencampuran. Selanjutnya dilakukan polimerisasi pada suhu 85°C dituang pada cetakan kemudian dipanaskan dengan oven dengan suhu 80°C dan didinginkan pada suhu ruang	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dapat ditarik hingga kekuatan 2,25 MPa</li> <li>- Elastis</li> <li>- Tahan terhadap air</li> <li>- Permukaan halus, warna bening</li> </ul>	Amni <i>et al.</i> , (2015)
8.	Jerami	Selulosa	Komposit <i>biodegradab</i>	Pencucian bahan dilakukan pada suhu ruang dibawah	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bersifat elastis</li> <li>- Dapat menyerap air karena</li> </ul>	Liu <i>et al.</i> , (2012)

No	Bagian Limbah	Komposisi Limbah	Produk valorisasi	Metode pengolahan	Karakteristik hasil olahan limbah padi	Sumber
			<i>le</i>	pengadukan yang kuat, kemudian bahan dikeringkan dalam oven pada suhu 103°C dimana bahan tersebut menjadi kontrol. Direndam dalam larutan NaOH 2%, selama 2 jam, setelah itu dicuci dan dikeringkan	adanya kandungan pati hidrofil pada permukaan	
9.	Jerami	Selulosa Lignin Hemiselulosa	Film bioplastik	Pati jagung dilarutkan dalam air kemudian dipanaskan, setelah itu ditambahkan CNC ( <i>cellulose nanocrystal</i> ) dan gliserol sebanyak 3g lalu diaduk selama 2 jam dengan suhu 70°C. Campuran dituangkan dalam plat kaca dan biarkan mengering	- Terdapat peningkatan kuat tarik sebesar 167% - Elastis - Tahan terhadap air	Agustin <i>et al.</i> , (2014)
10.	Jerami	Selulosa	Bioplastik	Pembuatan bioplastik melalui 3 proses utama yaitu preparasi, delignifikasi menggunakan pelarut organik dan pencetakan.	-	Setiawan <i>et al.</i> , (2021)
11.	Jerami	Selulosa	<i>Pulp</i> kertas	Pembuatan <i>pulp</i> menggunakan metode pulping. <i>Pulp</i> yang diperoleh dicuci kemudian	-	Rattanawongkun <i>et al.</i> , (2020)

No	Bagian Limbah	Komposisi Limbah	Produk valorisasi	Metode pengolahan	Karakteristik hasil olahan limbah padi	Sumber
				disaring dan diencerkan. Setelah itu dihancurkan hingga menjadi bubur lalu dicetak menjadi lembaran.		
12.	Jerami	Selulosa	Kertas	Pembuatan kertas dengan pemasakan jerami yang akan terdelignifikasi dan menghasilkan pulp, kemudian dilakukan pencetakan menjadi lembaran dan dikeringkan.	-	Sothornvit & Sampoompuang (2012)
13.	Jerami	Selulosa	Kertas	Bahan diekstraksi terlebih dahulu setelah itu dilanjutkan proses pembuatan kertas dengan memasak bahan dan NaOH, lalu dilakukan pembilasan kemudian dikeringkan dan dicetak.	-	Chollakup <i>et al.</i> , (2021)

Komposisi limbah sekam beserta komponen pendukungnya disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Pengolahan Limbah Sekam Padi

No	Bagian Limbah	Komposisi Limbah	Produk valorisasi	Metode pengolahan	Karakteristik hasil	Sumber
1.	Sekam	Selulosa lignoselulosa	Film biopolimer	CMC (karboksimetil selulosa) dari sekam padi dikeringkan dalam oven dan memasukkan dalam desikator.	- kemampuan untuk menahan air meningkat karena adanya penambahan CMC - elastis - permukaan halus	Gupta <i>et al.</i> , (2020)
2.	Sekam	Nanosilika	<i>Biodegradable film</i>	Pencampuran bahan yang terkandung pada LDPE, pati dan nanosilika dicetak dengan kompresi lalu dilakukan pelelehan dan dicetak.	- adanya peningkatan kuat tarik dari 6,323 menjadi 9,58MPa - adanya peningkatan perpanjangan putus karena pencampuran yang homogen	Datta <i>et al.</i> , (2020)
3.	Sekam	Lignoselulosa	Film biokomposit	Serat dikeringkan kemudian digiling dan dilakukan pemurnian kemudian dikeringkan kembali. Serat komposit dibuat dengan melelehkan campuran menggunakan <i>mixer</i>	-	Sánchez-Safont <i>et al.</i> , (2018)

				kemudian dipanaskan lalu ditekan		
4.	Sekam	Selulosa	Film pati	Bahan didapatkan melalui proses pelelah kemudian disubstitusi oleh ekstrak padat	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Struktur halus dan bersih</li> <li>- Warna yang dihasilkan coklat</li> <li>- Nilai kuat tarik yang dihasilkan <math>12.1 \pm 0.8</math> MPa</li> <li>- Perpanjangan putus <math>5.4 \pm 1.5\%</math></li> </ul>	Collazo <i>et al.</i> , (2019)
5.	Sekam	Selulosa Hemiselulosa Lignin	Film biokomposit	Pembuatan film menggunakan teknik solution casting dan evaporasi. Bahan dicampur dengan pemlastis dan serat ataupun CNC kedalam air sambil diaduk hingga menjadi homogen. Campuran dituang dan dikeringkan, kemudian dicetak sesuai ketebalan yang diinginkan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permukaan halus</li> <li>- Penyerapan air lebih rendah</li> </ul>	Kargarzadeh <i>et al.</i> , (2017)
6.	Sekam	Selulosa Lignin	PLA-pati	Pemutihan sekam padi dilakukan dengan menggunakan natrium hipoklorit. Setelah itu dicuci kemudian dikeringkan dalam oven.	-	Mohammadi-Rovshandeh <i>et al.</i> , (2014)



Komponen pendukung yang digunakan dalam pengolahan limbah padi disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Komponen Pendukung pada Pengolahan Limbah Padi

No	Bagian Limbah	Komposisi Limbah	Produk valorisasi	Metode pengolahan	Karakteristik hasil	Sumber
1.	<i>Rice bran</i> /dedak padi	Protein Pati	Bioplastik	Pencampuran bahan dengan air dan gliserol menggunakan <i>mixer</i> agar menjadi homogen, kemudian dilakukan pengeringan dalam wadah terbuka lalu dicetak.	- Modulus elastisitas meningkat ketika kadang air menurun	Gonzalez <i>et al.</i> , (2021)
2.	<i>Rice bran</i> /dedak padi	Protein Pati	Bioplastik	Menggunakan metode pemrosesan termomekanis dengan bantuan <i>plasticizer</i> . Bahan diayak kemudian dicampur dengan <i>plasticizer</i> hingga didapat campuran homogen. Campuran disimpan dalam desikator, selanjutnya sampel tersebut ditempatkan pada oven kemudian dilakukan pencetakan.	- Kadar air yang tinggi menghasilkan modulus young dan kuat tarik lebih besar - Elastis	Gonzalez <i>et al.</i> , (2022)

Pada Tabel 8. dapat dilihat bahwa limbah padi berupa jerami komposisi limbah yang digunakan yaitu selulosa, karena kandungan selulosa pada jerami paling banyak dibandingkan kandungan serat lainnya. Untuk menghasilkan produk berupa bioplastik, *edible film* ataupun produk lainnya memerlukan metode pengolahan yang tepat. Mulai dari preparasi bahan dengan mencuci bahan yang akan digunakan baik menggunakan air mengalir ataupun larutan, proses pengolahan dengan menggunakan beberapa perlakuan yang berbeda hingga pencetakan. Berbagai metode digunakan dalam proses pengolahan jerami menjadi produk kemasan seperti menggunakan metode *pulping* dimana bahan yang akan digunakan dihancurkan menggunakan blender hingga menghasilkan tekstur seperti bubur (Rattanawongkun *et al.*, 2020), sedangkan metode ekstraksi dengan memisahkan bahan yang telah dilarutkan dengan pelarut organik. Karakteristik yang dihasilkan dari produk dengan bahan berupa jerami tersebut bersifat elastis, dapat menyerap air, serta dapat ditarik hingga kekuatan maksimal (Amni *et al.*, 2015).

Pada Tabel 9. dapat dilihat bahwa limbah padi berupa sekam terkandung beberapa serat yaitu selulosa, lignoselulosa, hemiselulosa dan lignin. Pengolahan sekam menjadi sebuah produk melalui tahap pembersihan, pencampuran, pengeringan kemudian masuk kedalam proses yang telah disediakan tergantung produk yang akan dihasilkan. Selain itu pada selulosa pada sekam dapat dilakukan proses ekstraksi seperti melalui perlakuan kimia ataupun *cellulose nanocrystal* (CNC), fungsi dari penambahan CNC ini untuk mencegah terjadinya pembengkakan pada pati dan meningkatkan ketahanan terhadap penyerapan air (Kargarzadeh *et al.*, 2017). Karakteristik yang dihasilkan dari bahan berupa sekam bersifat elastis, memiliki struktur ataupun permukaan yang halus dan adanya peningkatan perpanjangan putus karena proses pencampuran yang homogen (Datta *et al.*, 2020).

Pada Tabel 10. pada hasil komponen pendukung dengan bahan berupa *rice bran* atau dedak padi yang merupakan kulit ari dari padi, menggunakan metode pengolahan

dimana bahan akan dicampur hingga homogen kemudian dilakukan pengayakan, pengeringan kemudian pencetakan. Penambahan *plasticizer* pada bahan berfungsi sebagai agar hasil akhir pada produk lebih elastis dan mengurangi kekakuan, sehingga dapat mencegah patah dan rapuh pada hasil akhir dari produk tersebut.

Berbagai komponen dari limbah padi digunakan sebagai pembuatan bioplastik, pada Gambar 3. disajikan diagram pengelompokan limbah padi yang digunakan dalam pengolahan bioplastik.



Gambar 3. Komponen Limbah Padi Untuk Pembuatan Bioplastik dan Produk Lain

Pada Gambar 3. dapat dilihat bahwa limbah padi yang dimanfaatkan untuk pengolahan bioplastik dan produk lainnya yaitu jerami, sekam dan juga *rice bran/dedak padi* yang merupakan kulit ari pembungkus padi. Dari 21 jurnal penelitian yang terdapat pada tabel pemetaan didapatkan sebanyak 37,1% limbah padi berupa jerami, 33,3% berupa sekam dan 9,5% berupa *rice bran/dedak padi*.

#### 4.2.3.2. Hasil Pemetaan Metode Pengolahan

Pada Tabel 11. disajikan metode pengolahan pada pembuatan bioplastik.

Tabel 11. Bahan dan Metode Pengolahan Bioplastik

No	Bagian limbah	Rasio		Proses Pengolahan			Referensi	
		Bahan	Jumlah	Perlakuan	Suhu (°C)	Waktu		Spesifikasi lain
1.	Jerami	Kitosan : <i>pulp</i>	3:10 4:10 5:10	Pemanasan ( <i>water bath</i> )  Pengeringan	100  105	1 jam  -	-  -	Pratiwi <i>et al.</i> , (2016)
2.	Jerami	Jerami, kompos dari tepung jagung	Tidak tersedia data	Pemanasan	80	300-900 detik	frekuensi 2000- 4000 MHz  daya 5000 - 1000 W	Rossi <i>et al.</i> , (2020)
3.	Jerami	Serbuk jerami padi : TFA (asam trifluoroasetat)	1:20	Pencampuran	±20-25	3 hari	Kecepatan 800 rpm	Bilo <i>et al.</i> , (2018)

No	Bagian limbah	Rasio		Proses Pengolahan				Referensi
		Bahan	Jumlah	Perlakuan	Suhu (°C)	Waktu	Spesifikasi lain	
4.	Jerami	Nano serat jerami, pati, ZnO, asam asetat, gliserol	Tidak tersedia data	Pemanasan dan pengadukan	44-90	20-50 menit	-	Amni <i>et al.</i> , (2015)
5.	<i>Rice bran/De dak padi</i>	<i>Rice bran : plasticizer</i>	2:1	Pencampuran	110	1 jam	Kecepatan 200 rpm	González <i>et al.</i> , (2021)
				Pengeringan	105	24 jam	-	
				Pencetakan	150	15 detik	Tekanan 500 bar	
6.	<i>Rice bran/De dak padi</i>	Air : gliserol	2:1	Pencampuran	80	1 jam	Kecepatan 200 rpm	González <i>et al.</i> , (2022)
				Pengeringan	105	24 jam	-	
				Pencetakan	150	15 detik	Tekanan 500 bar	
7.	Jerami	Pati : selulosa	1:0,5	Perendaman	90	2 jam	-	Setiawan <i>et al.</i> , (2021)

No	Bagian limbah	Rasio			Proses Pengolahan			Referensi
		Bahan	Jumlah	Perlakuan	Suhu (°C)	Waktu	Spesifikasi lain	
				Pengadukan dan dipanaskan	90	10-15	-	
				Pengeringan	20-25	-	-	

Pada Tabel 12. disajikan berbagai macam produk *biodegradable film*.

Tabel 12. Bahan dan Metode Pengolahan Produk *Biodegradable Film*

No	Bagian limbah	Jenis produk	Rasio		Proses Pengolahan			Referensi	
			Bahan	Jumlah	Perlakuan	Suhu (°C)	Waktu		Spesifikasi lain
1.	Jerami	Film kitosan	Jerami padi : nano serat	25% : 35%	Pemanasan ekstraksi	100	2 jam	-	Elhussieny <i>et al.</i> , (2020)
					Pemanasan pada	100	1 jam	-	

No	Bagian limbah	Jenis produk	Rasio		Proses Pengolahan			Referensi	
			Bahan	Jumlah	Perlakuan	Suhu (°C)	Waktu		Spesifikasi lain
pembuatan film									
2.	Jerami	Film pati	Jerami, pati	Tidak tersedia data	Inkubasi	37	24 jam	-	Menzel <i>et al.</i> , (2020)
					Pencampuran	160	7 menit	Kecepatan 50 rpm	
					Pencetakan	160	2 menit	Tekanan 30 bar	
					Pengeringan	60	48 jam		
					Penyimpanan	20-25	2 hari	RH 0%	
3.	Sekam	Film biopolimer	Starch : CMC	50:50	Pencampuran	85	20 menit	-	Gupta <i>et al.</i> , (2020)
					Pengeringan	55	5-6 jam	-	

No	Bagian limbah	Jenis produk	Rasio		Proses Pengolahan				Referensi
			Bahan	Jumlah	Perlakuan	Suhu (°C)	Waktu	Spesifikasi lain	
4.	Sekam	<i>biodegradable film</i>	Sekam, pati, nanosilika	Tidak tersedia data	Pencetakan	130-140	15-30 menit	Tekanan 0,5-1,2MPa	Datta <i>et al.</i> , (2020)
					Pemanasan	170	-	Tekanan 3,5MPa	
					Pendinginan	25-35	5-10 menit	Tekanan 5-6 MPa	
5.	Jerami	Film bioplastik	Starch : CNC	100:15	Pemanasan	60	15 menit	-	Agustin <i>et al.</i> , (2014)
					Pencampuran	70	2 jam	-	
6.	Sekam	Film biokomposit	Fiber : liquid	1 : 20	Pemurnian	80	2 jam	-	Sánchez-Safont <i>et al.</i> , (2018)
					Pengeringan	60	24 jam	-	
					Pencampuran	180	4,5 menit	Kecepatan 100 rpm	



No	Bagian limbah	Jenis produk	Rasio		Proses Pengolahan			Referensi	
			Bahan	Jumlah	Perlakuan	Suhu (°C)	Waktu		Spesifikasi lain
7.	Sekam	Film pati	Pati : gliserol	70 : 30	Pencampuran	130	12 menit	Kecepatan 50 rpm	Collazo <i>et al.</i> , (2019)
					Kompresi	160	2 menit	Tekanan 30 bar	
					Pendinginan	-	3 menit	-	
8.	Sekam	Film biokomposit	Sekam, pati	Tidak tersedia data	Pemanasan	100	-	-	Kargarzadeh <i>et al.</i> , (2017)
					Pengeringan	60	-	-	

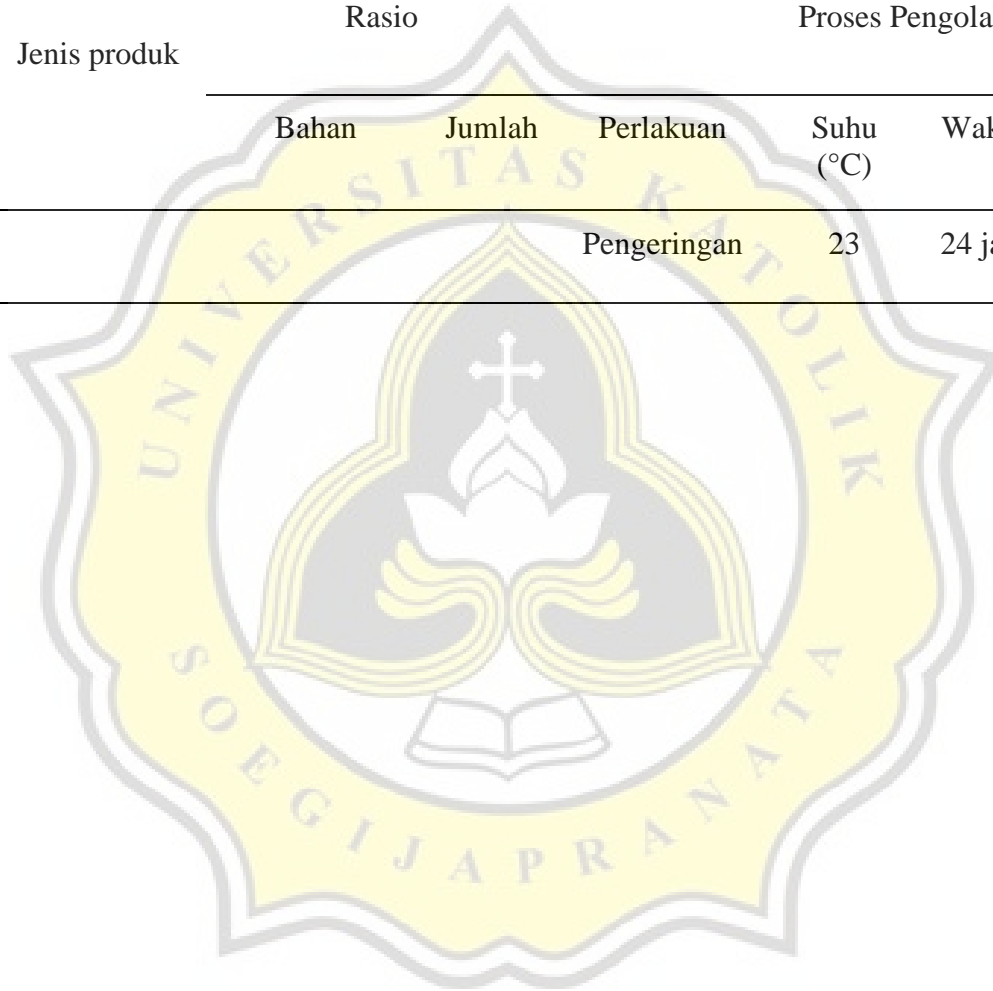
Pada Tabel 13. disajikan metode pengolahan pada pembuatan produk dari bioplastik

Tabel 13. Metode Pengolahan Produk Lainnya

No	Bagian limbah	Jenis produk	Rasio		Proses Pengolahan			Referensi	
			Bahan	Jumlah	Perlakuan	Suhu (°C)	Waktu		Spesifikasi lain
1.	Jerami	Kertas	Jerami, ampas tebu	Tidak tersedia data	Pengeringan	60	2 jam	-	Youssef <i>et al.</i> , (2012)
					Pengadukan	-	-	Kecepatan 500 rpm	
2.	Jerami	Komposit <i>biodegradable</i>	Tepung jagung : air distilasi	1:10	Perendaman	100	2 jam	-	Liu <i>et al.</i> , (2012)
					Pengadukan	20-25	2 jam	-	
3.	Jerami	Kertas	Jerami : NaOH	1 : 10	Pemasakan	100	3 jam	-	Chollakup <i>et al.</i> , (2021)
					Pengeringan	30	1 hari	-	

No	Bagian limbah	Jenis produk	Rasio		Proses Pengolahan			Referensi	
			Bahan	Jumlah	Perlakuan	Suhu (°C)	Waktu		Spesifikasi lain
					Pendinginan	40	-	-	
4.	Jerami	Pulp kertas	Pulp : NaOH	10:1	Pengeringan	90	2 hari	-	Rattanawongkun <i>et al.</i> , (2020)
					Penghalusan	-	1 menit	-	
					Pencetakan	130	5 menit	Tekanan 0,6 MPa	
5.	Sekam	PLA-pati	Sekam, pati	Tidak tersedia data	Pencampuran	180	15 menit	Kecepatan 60 rpm	Mohammadi-Rovshandeh <i>et al.</i> , (2014)
					Pencetakan	180	5 menit	Tekanan 14 bar	
6.	Jerami	Kertas	Jerami : NaOH	6 : 1	Pemasakan	100	2 jam	-	Sothornvit & Sampoompuang (2012)
					Pengepresan	29	5 menit	Tekanan 340 kPa	

No	Bagian limbah	Jenis produk	Rasio		Proses Pengolahan			Referensi	
			Bahan	Jumlah	Perlakuan	Suhu (°C)	Waktu		Spesifikasi lain
					Pengeringan	23	24 jam	RH 50%	

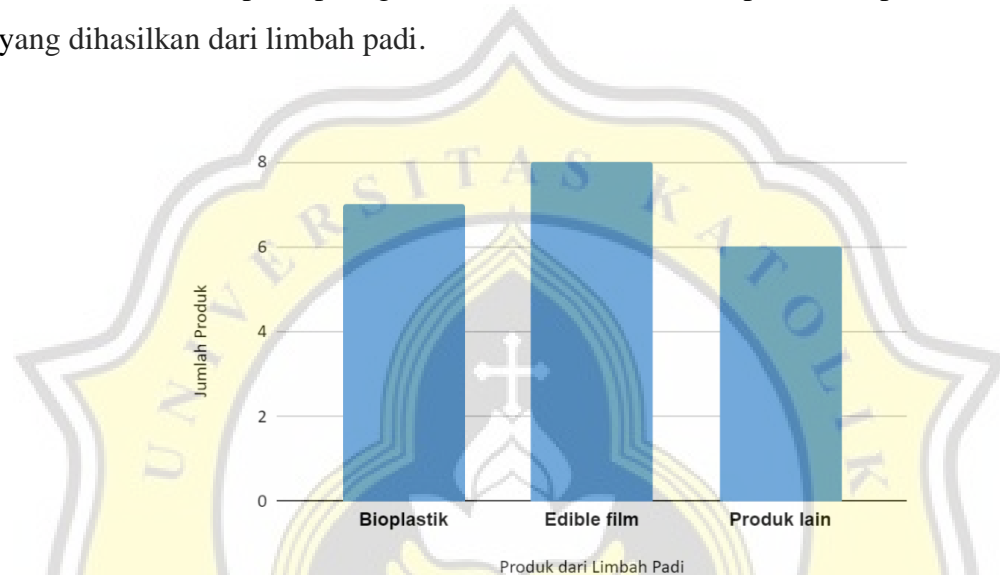


Pada Tabel 11. Hasil yang didapat pada pengolahan limbah menjadi bioplastik adanya perbandingan rasio bahan yang digunakan dalam pembuatan bioplastik. Proses bioplastik mulai dari persiapan bahan dengan mencuci dan mengeringkan, kemudian dilanjutkan dengan pencampuran dan hasil akhir dari produk bioplastik dapat terlihat setelah proses pencetakan. Pada masing-masing bahan dalam pembuatan bioplastik terdapat perlakuan yang berbeda-beda terlebih pada perbandingan rasio yang digunakan, seperti pencampuran menggunakan asam trifluoroasetat (TFA) yang merupakan asam organik bersifat mudah menguap dan menjadi pelarut yang dapat menyebabkan pembengkakan pada selulosa (Zhao *et al.*, 2007). Selain itu suhu dan waktu yang digunakan pada masing-masing perlakuan berbeda, dimana penetapan ini telah disesuaikan dengan bahan dan pengaturan pada alat yang digunakan.

Pada Tabel 12. hasil yang didapat pada pengolahan limbah menjadi *edible film* pada masing-masing proses berbeda terlebih pada bahan dan komponen tambahan yang digunakan. Rasio yang digunakan telah disesuaikan dengan kebutuhan proses pengolahan dan produk yang akan dihasilkan. Selain itu pada pengaturan suhu, waktu, kecepatan dan tekanan pada masing-masing proses juga disesuaikan bahan agar tidak mengalami kerusakan saat proses pengolahan berlangsung. Selain itu untuk proses pencampuran dilakukan agar bahan dan komponen pendukung di dalamnya tercampur secara homogen dan mengurangi terjadinya penggumpalan. Pencampuran pati dengan karboksimetil selulosa (CMC) dilakukan karena pada CMC dapat menyerap uap air dari pati, karena pati kurang dalam sifat mekaniknya dan kemampuan mempertahankan air (Mohsenabadi, 2018).

Pada Tabel 13. hasil yang didapat pada pengolahan limbah menjadi produk lainnya dapat dilihat bahwa proses pembuatan antara kertas, komposit *biodegradable* dan PLA-pati tidak jauh berbeda, mulai dari preparasi bahan hingga proses pencetakan. Untuk beberapa produk terdapat perbandingan rasio antara bahan yang digunakan dengan tambahan komponen lainnya sesuai dengan konsentrasi yang akan digunakan. Pada

pembuatan PLA-pati proses pengolahan pada masing-masing perlakuan tidak berlangsung lama, seperti pada proses pencampuran yang berlangsung selama 15 menit dan pencetakan selama 5 menit. Selama proses pengeringan uap air yang terdapat pada lembaran kertas perlahan menguap dan mengurangi kepadatan kertas tersebut (Sothornvit & Sampoompuang, 2012). Pada Gambar 4. dapat dilihat produk valorisasi yang dihasilkan dari limbah padi.



Gambar 4. Produk Valorisasi Limbah Padi

Dari Gambar 4. dapat dilihat bahwa hasil dari pemanfaatan limbah padi sebagai kemasan makanan yang mulai dari yang terbanyak hingga tersedikit secara berurutan yaitu produk *edible film*, bioplastik lalu produk lainnya. Pada *edible film* terdapat beberapa jenis produk seperti film pati, film kitosan, *biodegradable film*, film biokomposit, film bioplastik dan film biopolimer. Sedangkan pada produk lain terdapat produk berupa kertas, pulp, komposit *biodegradable* dan PLA-pati.

#### 4.2.3.3. Hasil Pemetaan Karakteristik Produk Valorisasi

Pada Tabel 14. disajikan tabel karakteristik pada bioplastik.

Tabel 14. Karakteristik Bioplastik

No	Bahan	Proses	Karakteristik					Referensi	
			Elongation (%)	Kuat tarik ( <i>tensile strength</i> ) MPa	Modulus young (MPa)	Viskoelastisitas (KPa)	Ketahanan air (%)		Warna
1.	Jerami, kitosan, natrium hidroksida, NaOH, asam sulfat (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ), asam klorida (HCl), gliserol asam asetat (CH <sub>3</sub> COOH), NaOCl	Pulp dari jerami dicampurkan dengan gliserol, kemudian campuran tersebut dicampurkan kembali dengan kitosan yang telah dilarutkan dengan asam asetat. Setelah itu larutan dicetak pada plat dan dikeringkan menggunakan oven. Setelah kering bioplastik	-	13,8	-	-	154,65	Transparan	Pratiwi, <i>et al.</i> , (2016)

No	Bahan	Proses	Karakteristik					Referensi	
			Elongation (%)	Kuat tarik ( <i>tensile strength</i> ) MPa	Modulus young (MPa)	Viskoelastisitas (KPa)	Ketahanan air (%)		Warna
		pada plat direndam dalam NaOH lalu dibiarkan kering di ruangan terbuka.							
2.	Jerami, kompos dari tepung jagung,	Jerami dipotong kemudian disusun secara paralel dan dibungkus dengan lapisan biodegradable sehingga membentuk silinder. Setelah itu dipadatkan dalam cetakan dengan cara dipres, kemudian dipanaskan dalam oven 80°C lalu didinginkan.	-	-	±1.5 dan >2	30	-	-	Rossi <i>et al.</i> , (2020)
3.	Jerami, asam trifluoroasetat (TFA),	Jerami kering yang telah diayak ditambahkan dengan TFA	Sampel kering = 6	43	-	-	-	-	Bilo <i>et al.</i> , (2018)



No	Bahan	Proses	Karakteristik					Referensi	
			Elongation (%)	Kuat tarik ( <i>tensile strength</i> ) MPa	Modulus young (MPa)	Viskoelastisitas (KPa)	Ketahanan air (%)		Warna
		sebanyak 200 mL dan diaduk dengan kecepatan 800 rpm selama 3 hari dalam wadah kaca, kemudian dibiarkan hingga larutan TFA dilakukan ekstraksi dengan menggunakan ekstraktor padat cair dinamis cepat. Lalu sampel dicuci dan dikeringkan.	Sampel basah = 63	11	-	-	-	-	
4.	Jerami, pati, ZnO, gliserol, aquades, asam asetat	Bahan ditimbang kemudian dicampurkan, selanjutnya dilakukan polimerisasi pada suhu 85°C. Setelah itu dituangkan dalam cetakan dan dipanaskan dalam oven selama 3 jam lalu didinginkan	34	3,14	-	-	27,23	Bening	Amni <i>et al.</i> , (2015)

No	Bahan	Proses	Karakteristik					Referensi
			Elongation (%)	Kuat tarik ( <i>tensile strength</i> ) MPa	Modulus young (MPa)	Viskoelastisitas (KPa)	Ketahanan air (%)	
		dalam suhu ruang.						
5.	Dedak padi, air, gliserol	Dedak padi diayak dan dicampurkan dengan air dan gliserol dalam mixer hingga homogen. Kemudian dituangkan di wadah hingga mengering pada suhu kamar hingga kadar air dibawah 30% lalu di cetak.	2.5±0,5	0.43 ± 0.04	10±1	-	-	González <i>et al.</i> , (2021)
6.	Dedak padi, air, gliserol, sorbitol	Dedak padi diayak kemudian dicampurkan gliserol dan sorbitol selama 1 jam dengan kecepatan 200 rpm pada suhu 80°C dalam ruang pencampuran.	3.93 ± 0.90	1.27 ± 0.23	4.33 ± 1.52	-	-	Gonzalez <i>et al.</i> , (2022)

No	Bahan	Proses	Karakteristik					Referensi	
			Elongation (%)	Kuat tarik ( <i>tensile strength</i> ) MPa	Modulus young (MPa)	Viskoelastisitas (KPa)	Ketahanan air (%)		Warna
		Setelah itu dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam lalu dicetak dengan <i>injection moulding</i> .							
7.	Jerami, pati, etanol, NaOH, aquades, sorbitol	Bahan digiling dan dihaluskan terlebih dahulu kemudian dilakukan delignifikasi dengan merendam jerami dalam etanol. Kemudian campuran dipanaskan dengan suhu 80°C selama 2 jam. Selanjutnya campuran didinginkan pada suhu 0°C selama 24 jam. Untuk menghilangkan sisa etanol dan NaOH dicuci dengan	6,5	8,773	-	-	-	-	Setiawan <i>et al.</i> , (2021)

No	Bahan	Proses	Karakteristik					Referensi	
			Elongation (%)	Kuat tarik ( <i>tensile strength</i> ) MPa	Modulus young (MPa)	Viskoelastisitas (KPa)	Ketahanan air (%)		Warna
		aquades lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 3 jam.							

Pada Tabel 15. Tabel karakteristik pada *biodegradable film*.

Tabel 15. Karakteristik *Biodegradable Film*

No	Jenis produk	Bahan	Proses	Karakteristik					Referensi		
				Elongation (%)	Kuat tarik ( <i>tensile strength</i> ) MPa	Modulus young (MPa)	Kekuatan luluh (yield strength) MPa	Kekakuan (stiffness)		Ketahanan air (%)	Warna
1.	Film kitosan	Limbah cangkang udang, limbah jerami, HCl,	Jerami diekstraksi dengan cara digiling kemudian direndam	-	-	1200	23	-	-	-	Elhussieny <i>et al.</i> , (2020)

No	Jenis produk	Bahan	Proses	Karakteristik						Referensi	
				Elongation (%)	Kuat tarik ( <i>tensile strength</i> ) MPa	Modulus young (MPa)	Kekuatan luluh ( <i>yield strength</i> ) MPa	Kekakuan ( <i>stiffness</i> )	Ketahanan air (%)		Warna
		NaOH, CH <sub>3</sub> COOH	dalam air hangat selama 2 jam lalu dikeringkan pada suhu kamar. Kemudian ditambahkan NaOH selama 2 jam pada suhu 100°C. Setelah itu dicuci dan dikeringkan pada suhu ruang								
2.	Film pati	Jerami, pati, DPPH, Gliserol, natrium karbonat, metanol dan etanol	Senyawa yang terkandung dalam jerami diekstraksi menggunakan metanol dan etanol. Kemudian	26.0 ± 5.95	14,7 ± 2,90	671 ± 40	-	-	-	Merah kecoklatan	Menzel <i>et al.</i> , (2020)

No	Jenis produk	Bahan	Proses	Karakteristik						Referensi	
				Elongation (%)	Kuat tarik ( <i>tensile strengt h</i> ) MPa	Modulus young (MPa)	Kekuatan luluh (yield strength) MPa	Kekakuan (stiffness)	Ketahanan air (%)		Warna
			<p>pelarut tersebut diuapkan pada suhu 35°C dibawah vakum lalu dilarutkan kembali dengan air. Jerami dan pati dicampur dengan gliserol menggunakan mixer pada suhu 160°C selama 7 menit, lalu dituangkan ke dalam pencetakan kompresi.</p>								
3.	Film biopolimer	sekam, pati, CMC, asam	CMC dicampurkan dengan air	12,69	12,72	-	-	-	12,57%	-	Gupta <i>et al.</i> , (2020)

No	Jenis produk	Bahan	Proses	Karakteristik					Referensi	
				Elongation (%)	Kuat tarik ( <i>tensile strength</i> ) MPa	Modulus young (MPa)	Kekuatan luluh ( <i>yield strength</i> ) MPa	Kekakuan ( <i>stiffness</i> )		Ketahanan air (%)
		sulfat, asam asetat, NaOH	dan dipanaskan pada suhu 75°C selama 15 menit, kemudian pada perlakuan terpisah pati ditambahkan pada air dan gliserol lalu dicampur selama 20 menit pada suhu 85°C. Campuran terus diaduk pada suhu 70°C selama 15 menit, kemudian dituangkan dalam cawan lalu dibiarkan mengering							

No	Jenis produk	Bahan	Proses	Karakteristik						Referensi	
				Elongation (%)	Kuat tarik ( <i>tensile strengt h</i> ) MPa	Modulus young (MPa)	Kekuatan luluh (yield strength) MPa	Kekakuan (stiffness)	Ketahanan air (%)		Warna
			selama satu malam dalam oven hingga membentuk lapisan plastik.								
4.	<i>Biodegradable film</i>	Nanosilika partikel, sekam, 3-aminopropyltrimethoxysilane (APTMS)	Komposisi bahan yang terkandung pada LDPE, pati, nanosilika dicetak dengan kompresi, kemudian dicampurkan selama 15-30 menit pada suhu 130-140 °C dengan tekanan 0,5-1,2MPa. Pelelehan sempurna	-	-	535,6	-	25062.40 - 33654.62 N/m	-	-	Datta <i>et al.</i> , (2020)



No	Jenis produk	Bahan	Proses	Karakteristik						Referensi	
				Elongation (%)	Kuat tarik ( <i>tensile strength</i> ) MPa	Modulus young (MPa)	Kekuatan luluh ( <i>yield strength</i> ) MPa	Kekakuan ( <i>stiffness</i> )	Ketahanan air (%)		Warna
			terjadi pada suhu 170 °C dan tekanan 3,5 MPa, selanjutnya campuran dicetak dan didinginkan.								
5.	Film bioplastik	Jerami, NaOH, natrium hipoklorit, gliserol, asam asetat, asam sulfat	Bahan dicampur dengan NaOH dan diaduk selama 2 jam dengan suhu 60-65°C.	3,6±0,4	26,0±1,2	896±51	-	-	-	-	Agustin <i>et al.</i> , (2014)
6.	Film biokomposit	Kulit almond, sekam, lamun, NaOH, asam asetat, hidrogen	Serat bahan digiling dan diayak, kemudian dicuci lalu dikeringkan. Selanjutnya campuran	1,2	35	4000	-	-	-	-	Sánchez-Safont <i>et al.</i> , (2018)

No	Jenis produk	Bahan	Proses	Karakteristik					Referensi		
				Elongation (%)	Kuat tarik ( <i>tensile strength</i> ) MPa	Modulus young (MPa)	Kekuatan luluh (yield strength) MPa	Kekakuan (stiffness)		Ketahanan air (%)	Warna
		peroksida	dilelehkan dalam mixer internal pada suhu 180°C dan kecepatan rotor 100 rpm selama 4,5 menit. Setelah itu di pres/cetak pada tekanan 3 bar selama 2 menit.								
7.	Film pati	Sekam padi, kopi, pati, 2,2-Diphenyl-1-pikryl-hydrazyl (DPPH), asam galat, reagen Folin-Ciocalteu, metanol,	Pati dan gliserol dilakukan pencampuran leleh dengan mixer kemudian dicetak dengan kompresi. Kemudian kopi dan	5,4 ± 1,5	12,1 ± 0,8	-	-	-	-	-	Collazo, <i>et al.</i> , (2019)

No	Jenis produk	Bahan	Proses	Karakteristik						Referensi	
				Elongation (%)	Kuat tarik ( <i>tensile strength</i> ) MPa	Modulus young (MPa)	Kekuatan luluh (yield strength) MPa	Kekakuan (stiffness)	Ketahanan air (%)		Warna
		gliserol, NaOH, natrium karbonat.	jerami padi dicampurkan dengan suhu 130°C selama 12 menit dengan kecepatan rotor 50 rpm. Setelah itu dicetak kemudian dipotong dan dibiarkan mengering pada suhu ruang.	-	3,8	-	-	-	-	-	Kargarzadeh <i>et al.</i> , (2017)

No	Jenis produk	Bahan	Proses	Karakteristik					Referensi	
				Elongation (%)	Kuat tarik ( <i>tensile strength</i> ) MPa	Modulus young (MPa)	Kekuatan luluh ( <i>yield strength</i> ) MPa	Kekakuan ( <i>stiffness</i> )		Ketahanan air (%)
			dipanaskan dengan suhu 100°C sambil diaduk hingga tergelatinisasi . Campuran dituangkan dalam cawan dan dikeringkan pada suhu 60°C, kemudian dicetak dengan ketebalan yang diinginkan.							

Pada Tabel 16. disajikan tabel karakteristik pada produk bioplastik lainnya.

Tabel 16. Karakteristik Produk Lainnya

No	Jenis produk	Bahan	Proses	Karakteristik							Referensi		
				Elongation (%)	Tensile Strength (MPa)	Breaking length (m)	Flexural strength (MPa)	Modulus young	Modulus of rupture (MPa)	Modulus of elasticity (GPa)		Ketahanan air	Warna
1.	Kertas	Jerami, ampas tebu, monomer anilin, ammonium persulfate (APS) dan dodecylbenzene sulfonic acid (DBSA), HCl,	Pulp dicampurkan dalam larutan DBSA yang dilarutkan dalam air kemudian diaduk perlahan sampai homogen. Lalu monomer anilin ditambahkan dan diaduk hingga menjadi emulsi kemudian ditambahkan HCl. larutan ammonium persulfate dilarutkan dengan 30 ml	-	-	701,23	-	-	-	-	-	-	Youssef <i>et al.</i> , (2012)

No	Jenis produk	Bahan	Proses	Karakteristik							Referensi		
				Elongation (%)	Tensile Strength (MPa)	Breaking length (m)	Flexural strength (MPa)	Modulus young	Modulus of rupture (MPa)	Modulus of elasticity (GPa)		Ketahanan air	Warna
			air, kemudian disimpan dalam freezer. Oksidan dituangkan dalam campuran tadi sambil diaduk menggunakan pengaduk mekanis dengan kecepatan 600 rpm. Komposit yang diperoleh diisolasi dengan cara penyaringan.										
2.	Komposit	Jerami, pati jagung, NaOH, reagen analitik,	Jerami dicuci kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 103°C lalu disimpan dalam wadah kedap udara dan dijadikan sebagai kontrol.	-	-	-	4	-	-	-	8,48%	-	Liu <i>et al.</i> , (2012)

No	Jenis produk	Bahan	Proses	Karakteristik							Referensi			
				Elongation (%)	Tensile Strength (MPa)	Breaking length (m)	Flexural strength (MPa)	Modulus young	Modulus of rupture (MPa)	Modulus of elasticity (GPa)		Ketahanan air	Warna	
			Bahan direndam NaOH 2% selama 2 jam kemudian dicuci dan dikeringkan kembali. Campuran diberi perekat pati kemudian diaduk dengan mixer berkecepatan tinggi selama 10 menit, setelah itu ditekan menjadi komposit dengan ketebalan yang diinginkan.											
3.	Kertas	Jerami, kulit lengkung, NaOH, etanol,	Kulit kelengkeng di ekstraksi dengan merendam dalam etanol selama 72 jam.	-	-	-	-	-	-	-	-	2,3%	Kecoklatan	Chollakup <i>et al.</i> , (2021)





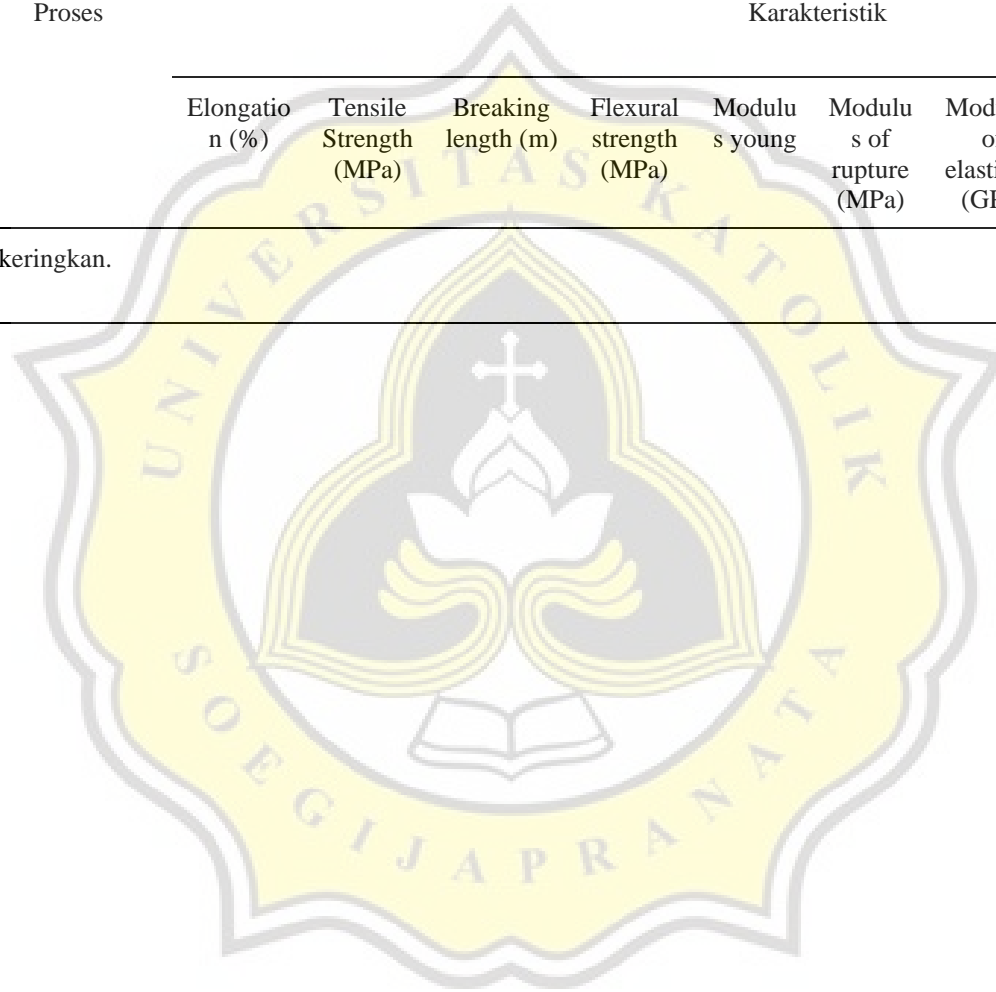
No	Jenis produk	Bahan	Proses	Karakteristik							Referensi		
				Elongation (%)	Tensile Strength (MPa)	Breaking length (m)	Flexural strength (MPa)	Modulus young	Modulus of rupture (MPa)	Modulus of elasticity (GPa)		Ketahanan air	Warna
			<p>bahan dan NaOH (1:10). Pulp yang telah didapatkan kemudian dicuci bersih untuk menghilangkan pH pada larutan sebelumnya. Setelah itu pulp dicetak dan dikeringkan dengan suhu 30 °C selama 1 hari.</p>										
4.	Pulp	Jerami, batang pisang, daun nanas, NaOH	<p>Bahan dipotong dan dicuci kemudian dikeringkan menggunakan oven selama 2 hari pada suhu 90°C. Bahan yang sudah dikeringkan dihancurkan</p>	48.72 ± 3.15	50.24 ± 4.18	-	-	4.45 ± 0.59 GPa	-	-	-	-	Rattanawongkun <i>et al.</i> , (2020)



No	Jenis produk	Bahan	Proses	Karakteristik							Referensi		
				Elongation (%)	Tensile Strength (MPa)	Breaking length (m)	Flexural strength (MPa)	Modulus young	Modulus of rupture (MPa)	Modulus of elasticity (GPa)		Ketahanan air	Warna
5.	PLA-pati	Pati jagung, sekam, natrium hipoklorit, NaOH, asam asetat, natrium klorida	Sekam padi diputihkan menggunakan larutan hipoklorit, kemudian selama 30 menit pada suhu 25°C menggunakan mixer dengan kecepatan 150 rpm lalu dikeringkan. Setelah itu bahan dicampur dengan PLLA/pati dengan perbandingan 50:50 menggunakan mixer selama 15 menit pada suhu 180°C, lalu dicetak dengan cara dipres menggunakan	39.98	14.58	-	-	62.1	-	-	-	-	Rovshandeh <i>et al.</i> , (2014)

No	Jenis produk	Bahan	Proses	Karakteristik							Referensi		
				Elongation (%)	Tensile Strength (MPa)	Breaking length (m)	Flexural strength (MPa)	Modulus young	Modulus of rupture (MPa)	Modulus of elasticity (GPa)		Ketahanan air	Warna
			<i>hot-press</i> selama 5 menit pada suhu 180°C dan tekanan 14 bar.										
6.	Kertas	Jerami, Glukomanan (GLU), NaOH	Jerami yang telah menjadi bubur dicampurkan dengan karbon aktif menggunakan larutan GLU disintegrator selama 2 menit. Kemudian campuran tersebut dituangkan dalam cetakan <i>hand sheet</i> . Lembaran dikeluarkan kemudian ditekan dengan mesin press lalu	-	-	-	-	-	-	-	-	Keabu-abuan hingga hitam	Sothornvit & Sampoompuang (2012)

No	Jenis produk	Bahan	Proses	Karakteristik						Referensi	
				Elongation (%)	Tensile Strength (MPa)	Breaking length (m)	Flexural strength (MPa)	Modulus young	Modulus of rupture (MPa)		Modulus of elasticity (GPa)
			dikeringkan.								



Berdasarkan hasil pemetaan karakteristik bioplastik pada Tabel 14. dapat dilihat bahwa karakteristik yang dihasilkan antara bioplastik satu dengan yang lain dan tidak semua produk memiliki karakteristik tersebut. Viskoelastisitas dapat dipengaruhi oleh karakteristik yang lainnya, apabila viskoelastis memiliki nilai rendah maka dapat menyebabkan bioplastik menjadi keras, kaku dan tidak elastis (Rossi *et al.*, 2020), namun berbeda dengan nilai *modulus young* apabila nilai semakin kecil maka produk tersebut semakin elastis. Dari beberapa produk bioplastik dengan penggunaan bahan tambahan yang berbeda nilai modulus young yang paling kecil yaitu pada bioplastik dengan menggunakan bahan berupa jerami dan kompos dari tepung jagung ( $\pm 1,5$  dan  $>2$  Mpa) sedangkan pada bioplastik dengan bahan berupa dedak, air dan penambahan gliserol ( $10 \pm 1$  Mpa) lebih tinggi dibandingkan dengan bioplastik berbahan dedak, air, gliserol dan sorbitol ( $4,33 \pm 1,52$ ), hal ini disebabkan karena tingginya kadar air yang digunakan sehingga produk menjadi lebih kaku. Warna yang dihasilkan pada bioplastik pada umumnya tidak berwarna atau transparan, hal tersebut sesuai dengan hasil yang didapat pada dua produk bioplastik ini dengan bahan utama berupa jerami, pati dan jerami kitosan.

Berdasarkan hasil pemetaan karakteristik edible film pada Tabel 15. dapat dilihat bahwa pada berbagai produk film yang diproduksi dari limbah padi menghasilkan nilai karakteristik yang berbeda-beda. Pada film pati dihasilkan warna merah kecoklatan, hal ini dikarenakan adanya ekstrak antioksidan (Menzel *et al.*, 2020). Peningkatan kekakuan pada film akan memperkecil deformasi, sehingga film tersebut menjadi lebih kaku (Datta *et al.*, 2020). Akibat yang ditimbulkan apabila film terlalu kaku akan menyebabkan film menjadi rapuh dan patah. Nilai *modulus young* pada produk menunjukkan tingkat elastisitas benda yaitu semakin kecil nilai modulus maka semakin elastis, namun apabila nilai modulus besar maka benda tersebut akan semakin kaku. Hal ini menunjukkan nilai *modulus young* pada film biokomposit terbesar dibandingkan produk lainnya, sedangkan nilai terkecil yaitu dihasilkan pada produk

*biodegradable film* yang membuat produk tersebut elastis.

Berdasarkan hasil pemetaan karakteristik produk lainnya pada Tabel 16. Bahwa masing-masing produk ini memiliki karakteristik yang berbeda-beda dimana karakteristik tersebut juga tidak dapat ditemukan pada produk lainnya karena bahan, proses pembuatan serta komponen tambahan yang digunakan berbeda. Panjang putus pada produk kertas (Youssef *et al.*, 2012) dipengaruhi oleh penambahan komponen lain yang dapat menyebabkan nilainya menjadi tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Pada penelitian (Sothornvit & Sampoompuang, 2012) warna kertas yang dihasilkan yaitu keabu-abuan hingga hitam, sedangkan panjang putusnya tidak disebutkan namun hal yang berkaitan dengan panjang putus yaitu pada kekuatan tarik dan kekuatan ledakan dapat memberikan hasil yang berbeda secara langsung dengan adanya kepadatan dari bahan tersebut. Selain itu pada penelitian Chollakup *et al.*, (2021) warna kertas yang dihasilkan tingkat kecerahannya menurun sehingga kertas berwarna kecoklatan. Pada produk pulp dan PLA-pati karakteristik yang didapat sama yaitu berupa *tensile strength*, *elongation* dan *modulus young* namun berbeda pada hasil masing-masing. Nilai *tensile strength* dari kedua produk ini berbeda, nilai pulp lebih tinggi ( $50,24 \pm 4,18$  Mpa) dibandingkan dengan PLA-pati (14,58 Mpa) yang disebabkan oleh rendahnya kandungan selulosa (Rattanawongkun *et al.*, 2020 dan Mohammadi-Rovshandeh *et al.*, 2014).