

Perbandingan Plastik Dari Material-Material Bioplastik

Plastic Comparison of Bioplastic Materials

Lilis Rosmainar¹, Dominikus Niholan Tukan^{1*}, Mitha Deviyanti¹

¹Program Studi Kimia, FMIPA, Universitas Palangka Raya, 73112, Indonesia

*Alamat e-mail: apdominikus@gmail.com

Abstrak - Plastik merupakan suatu polimer yang mempunyai sifat unik dan merupakan benda yang luar biasa. Polimer merupakan bahan yang terdiri dari molekul-molekul yang disebut dengan monomer dengan jenis homopolimer. Polimer biasa dikenal dalam kehidupan sehari-hari seperti selulosa, protein, karet dan bahan alam lainnya. Peningkatan penggunaan plastik merupakan dampak dari berkembangnya dunia perindustrian, teknologi dan meningkatnya jumlah penduduk dunia. Di Indonesia, kebutuhan plastik terus mengalami peningkatan dengan rata-rata 200 ton per tahun. Pada tahun 2002 telah tercatat sekitar 1,9 juta ton sampah plastik, dan ditahun 2011 jumlah sampah plastik meningkat menjadi 2,6 juta ton pertahun. Berdasarkan asumsi Kementerian Lingkungan Hidup (KLH), setiap hari penduduk Indonesia dapat menghasilkan 0,8 kg sampah per orang dan jika ditotal maka sebanyak 189 ribu ton sampah per hari. Sampah yang dihasilkan sebanyak 15% berupa sampah plastik atau sekitar 28,4 ribu ton per hari. Pada awalnya polimer alam digunakan sebagai bahan pembuatan perkakas dan pembuatan senjata. Monomer dalam pembentukan polimer merupakan molekul yang memiliki ikatan rangkap atau yang memiliki gugus fungsi tertentu. Polimer digolongkan atas polimer alam dan polimer sintetik. Polimer alam seperti selulosa, pati, kitin, kitosan, gelatin, dekstran, alginat, pektin, gum guar dan karet digunakan dalam pembuatan nanokomposit. Polimer alam menunjukkan sifat seperti kemurnian, kristalinitas, soliditas tarik, meningkatkan elastisitas dan memiliki permukaan yang luas. Kesimpulannya adalah daya tarik pada bioplastik memiliki kekuatan yang sama namun jika ditambahkan dengan material-material yang lain maka daya hantar akan semakin kuat dan semakin baik.

Kata kunci: bioplastik, kitosan, pati, plastik, selulosa

Abstract - Plastic is a polymer that has unique properties and is an extraordinary object. Polymers are materials consisting of molecules called monomers with homopolymer types. Polymers are commonly known in everyday life such as cellulose, protein, rubber, and other natural materials. The use of plastic is the impact of the development of the industrial world, technological and the increasing number of world population was increase. In Indonesian, the demand for plastic continues to increase with an average of 200 tons per year. In 2002 there were about 1,9 million tons of plastic waste, and in 2011 the amount of plastic waste increased to 2,6 million tons per year. Based on assumption of the Ministry of Environment (KLH), every day the Indonesian population can produce 0,8 kg of waste per person and if the total is 189 thousand tons of waste per day. 15% of waste produced is in the form of plastic waste or about 28,4 thousand tons per day. At first, natural polymer was used as materials for making tools and weapons. Monomers in the formation polymers are molecules that have double bonds or that have certain functional groups. Polymers are classified into natural polymers and synthetic polymers. Natural polymers such as cellulose, starch, chitin, chitosan, gelatin, dextran, alginate, pectin, guar gum and rubber are used in the manufacture of nanocomposites. Natural polymers exhibit properties such as purity, crystallinity, tensile strength, increase elasticity and have a large surface area. The conclusion is that the attractiveness of bioplastic has the same strength, but if it is added with other material, the conductivity will be stronger and better.

Keywords: plastic, bioplastic, starch, cellulose, chitosan

© 2021 Jurnal Jejaring Matematika dan Sains. This work is licensed under a [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

PENDAHULUAN

Plastik saat ini sudah menjadi benda yang sangat lekat dengan kehidupan manusia dan dalam kegiatan sehari-hari. Plastik telah banyak digunakan dalam industri pangan maupun industri non pangan, hal ini dikarenakan plastik memiliki keunggulan transparansi yang fleksibel, tidak mudah mecah jika digunakan dan memiliki sifat tahan terhadap air[1]. Karakteristik plastik sendiri sangat ringan, tangguh dan harganya yang murah telah menjadikan plastik sebagai bahan populer diantara tiga bahan populer yang dibuat oleh manusia, yaitu baja dan semen yang telah digunakan secara luas di sektor konstruksi. Hidrokarbon, seperti etilena, propilena dan lainnya yang berasal dari bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan batu bara juga merupakan sebagian bahan mentah yang digunakan dalam pembuatan plastik[2].

Pembuatan plastik dari minyak bumi dan batu bara selain memiliki keunggulan seperti yang diterangkan diatas, plastik juga memiliki berbagai kelemahan yaitu sulit untuk terurai ketika menjadi sampah dan dibuang ke tanah. Dan jika penggunaan plastik ini terus dibiarkan saja maka semakin berjalannya waktu akan menimbulkan masalah lingkungan dan terjadilah pencemaran pada tanah yang membuat tanah tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Sehingga, secara sederhana dapat disimpulkan bahwa meningkatnya limbah plastik dapat menyebabkan masalah terhadap kelestarian lingkungan[3].

Plastik terdiri dari molekul polimer dengan rantai yang panjang dan berasal dari hasil ekstraksi minyak bumi, batu bara dan gas-gas alam sebagai bahan produksinya. Sekitar 22% sampai 43% hasil limbah yang dihasilkan dari limbah plastik nonbiodegradabele yang mengandung bahan adiktif yang mematikan dan untuk teruraipun membutuhkan waktu yang sangat lama hingga 500 tahun lamanya. Telah banyak penelitian terhadap dampak dari limbah plastik. Dengan konsumsi plastik meningkat 5% setiap tahunnya dan sekitar 150 juta ton per tahun puing-puing microplastic mencemari lautan di hampir seluruh lautan dunia dan hilangnya kesuburan pada permukaan tanah[4].

Karena dampak yang dihasilkan kurang baik untuk kelangsungan kehidupan maka diperlukan adanya inovasi baru untuk mengganti kedudukan dari plastik ini. Polimer berbasis alam merupakan salah satu plimer yang bagus digunakan untuk mengganti kedudukan dari penggunaan plastik. Polimer berbasis alam biasanya disebut juga dengan bioplastik atau plastik yang dapat terdegradasi ketika dibuang ke lingkungan. Beberapa jenis dari bioplastik seperti poli asam laktat, polyhydroxyalkanoates, plastik pati, plastik solulosa dan plastik protein telah banyak digunakan dalam kemasan atau bahan farmasi dan industri pertanian[5].

Material-material bioplastik memiliki karakteristik yang berbeda antara satu dengan yang lainnya. Maka dari itu pada artikel ini kami akan membahas tentang perbandingan karakteristik dari material-material bioplastik dengan memfokuskan pada

perbandingan daya tarik dari material-material tersebut yang dapat dilihat dari produk-produk yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode pustaka menggunakan referensi artikel atau jurnal-jurnal yang bereputasi baik nasional maupun internasional. Referensi yang digunakan dikumpulkan, dibaca, dan dikelompokkan yang selanjutnya dirangkum dalam bentuk review jurnal. Ada beberapa tema pengelompokan yang dilakukan yaitu plastik, polimer, polimer alam, dan bioplastik.

PEMBAHASAN

1. Plastik

Plastik merupakan suatu polimer yang mempunyai sifat unik dan merupakan benda yang luar biasa. Plastik dikelompokkan dalam dua golongan yaitu plastik thermoplast dan thermoset. Plastik thermoplast merupakan golongan plastik yang dapat dicetak berulang-ulang dengan melakukan pemanasan contohnya seperti, nylon, PE, PP, PS, ABS, SAN, PET, BPT, Polyacetal (POM), PC dan lain-lain. Sedangkan plastik thermoset merupakan plastik yang jika mengalami kondisi tertentu plastik tidak dapat dicetak kembali hal ini dikarenakan bangun polimer terbentuk atas tiga dimensi contohnya seperti, PU (Poly Urethane), UF (Urea Formaldehyde), MF (Melamine Formaldehyde, Polyester, epoksi dan lain-lain. Dalam pembuatan plastic dapat dibuat dari polimer. polimer sendiri merupakan bahan yang terdiri dari molekul-molekul yang disebut dengan monomer dengan jenis homopolimer. Polimer yang biasa kita kenal dalam kehidupan sehari-hari seperti selulosa, protein, karet dan bahan alam lainnya. Pada awalnya polimer alam digunakan sebagai bahan pembuatan perkakas dan pembuatan senjata, namun dengan berjalannya waktu mulailah banyak modifikasi polimer plastik dan terciptalah inovasi plastik pertamayang dibuat secara komersial yang disebut nitroselulosa. Material plastik saat ini memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan terutama dalam bidang elektronik, pertanian, tekstil, transportasi, furniture, konstruksi, kemasan kosmetik maupun perindustrian lainnya[6].

Tabel 1. Perkiraan Persentasi Sampah di Indonesia [7].

Komponen	Unit	Tahun					
		1997	1998	1999	2000	2001	2002
Organik	%	74,6	75,38	75,18	74,99	74,60	74,22
Kertas	%	10,18	10,50	10,71	10,93	11,15	11,37
Kayu	%	0,98	0,39	0,02	0,02	0,02	0,02
Tekstil	%	1,57	1,20	1,13	1,06	1,00	1,93

Karet	%	0,00	0,41	0,39	0,37	0,35	0,33
		5					
Plastik	%	7,86	8,11	8,30	8,50	8,69	8,88
Logam	%	2,04	1,89	1,89	1,90	1,90	1,90
Gelas	%	1,75	1,93	1,99	2,05	2,10	2,16
Baterai	%	0,29	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Lain-lain	%	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18

Sejak ditemukannya plastik pada tahun 1907, penggunaan plastik dan bahan-bahan berdasarkan plastik kian meningkat setiap tahunnya. Peningkatan penggunaan plastik ini merupakan dampak dari berkembangnya dunia perindustrian, teknologi dan meningkatnya jumlah penduduk dunia. Di Indonesia sendiri kebutuhan plastik terus mengalami peningkatan dengan rata-rata 200 ton per tahun. Pada tahun 2002 telah tercatat sekitar 1,9 juta ton sampah plastik, dan ditahun 2011 jumlah sampah plastik meningkat menjadi 2,6 juta ton pertahun. Berdasarkan asumsi Kementerian Lingkungan Hidup (KLH), setiap hari penduduk Indonesia dapat menghasilkan 0,8 kg sampah per orang dan jika ditotal maka sebanyak 189 ribu ton sampah per harinya. Dari jumlah tersebut 15% sampah yang dihasilkan berupa sampah plastik atau sekitar 28,4 ribu ton sampah plastik perhari[7].

2. Polimer

Polimer merupakan makromolekul berantai panjang yang dihasilkan dari penggabungan molekul-molekul monomer. Monomer dalam pembentukan polimer merupakan molekul yang memiliki ikatan rangkap atau yang memiliki gugus fungsi tertentu. Polimer digolongkan atas polimer alam dan polimer sintetik. Polimer alam merupakan polimer yang berasal dari makhluk hidup baik berupa manusia, hewan ataupun tumbuhan. Contohnya seperti, karbohidrat, protein, asam nukleat, selulosa dan getah karet. Sedangkan polimer sintetik merupakan polimer buatan manusia yang dilakukan dalam ruangan laboratorium ataupun perindustrian. Contohnya seperti, karet sintesis, serat sintesis, nilon, dan plastik. Polimer telah banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari dan berikut merupakan kegunaan polimer yang disajikan dalam bentuk tabel berikut[8]:

Tabel 2. Kegunaan Polimer[8].

No	Jenis Polimer	Monomer	Kegunaan
1	Polietena (polietilena)	Etena (etilena)	Bahan pembuatan botol, botol susu atau kemasan detergen, kemasan margarin, pipa air, kotak pembungkus televisi, pembungkus makanan, kantung belanja, kantong sampah, mainan, bahan pembuatan tutup botol minuman, kontainer, dan ember.
2	Polipropilena	Propena (Propilena)	Bahan pembuatan kursi plastik, tali tambang, rumput sintetik. yang paling utama dalam plastik ini merupakan bahan plastik yang aman digunakan sebagai pengemasan makanan dan minuman.
3	Politetrafluoroetena (Teflon)	Tetrafluoroetena	Bahan pembuatan pelapis panci anti lengket dan reaktor (gesket)
4	Polivinil Klorida (PVC)	Vinil Klorida	Bahan pembuatan pipa (paralon), pakaian, kabel listrik, mainan, komponen kendaraan, kantong plastik, bangunan dan bahan konstruksi.
5	Polistirena	Stirena	Pembuatan styrofoam, kemasan makanan, lapisan perendam panas (isolasi), dan bahan pengepakan barang-barang elektronik yang mudah pecah.
6	Karet Sintetis Neoprena	2-kloro-1,3-butadiena	Pembuatan selang
7	Stirena Butadiena Rubber (SBR)	Stirena dan butadiena	Bahan pembuatan ban kendaraan bermotor
8	Karet Alami (Poliisoprena)	2-metil-1,3-butadiena	Bahan pembuatan lateks
9	Bakelit	Enol dan formaldeh	Bahan pembuatan peralatan

		ida	listrik
10	Polimet anal	Metanal	Bahan pembuahan katel listrik
11	Nilon	Senyawa yang memiliki gugus karboksil dan gugus amina	Bahan pembuatan tas, parasut, jaket, benang penguat ban kendaraan, tali ataupun tambang, dan jaring.

3. Polimer Alam

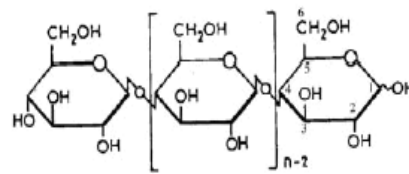
Polimer alam seperti selulosa, pati, kitin, kitosan, gelatin, dekstran, alginat, pektin, gum guar dan karet digunakan dalam pembuatan nanokomposit. Polimer alam menunjukkan sifat seperti kemurnian, kristalinitas, solditas tarik, meningkatkan elastisitas dan memiliki permukaan yang luas. Polimer alam lebih banyak diminati daripada polimer sintesis yang non-toksitas, hal ini dikarenakan ketersediaan dan biodegradasi dari polimer alam lebih menjanjikan. Jika polimer dikombinasi dan menghasilkan polimer alami akan meningkatkan konduktivitas, antimikroba dan magnetik listrik. Berikut beberapa jenis polimer alami yang disajikan dalam bentuk tabel 3.[9].

Tabel 3. Jenis-jenis Polimer Alam dan Aplikasinya[9]

No	Polimer Alam	Aplikasi
1	Selulosa	Biosensor glukosa enzimatik, hidrogen peroksida biosensor, anti mikroba, dan pengaplikasian katalis
2	Pati	Penghambatan pertumbuhan mikroba
3	Kitin	Antimikroba
4	Kitosan	Anti jamur dan anti mikroba
5	Gelatin	Antimikroba
6	Protein	Antibakteri dan pengaplikasian katalis
7	Pektin	Biosensor elektrokimia terhadap bakteri
8	Guar gum	Pengurangan katalis

Selulosa

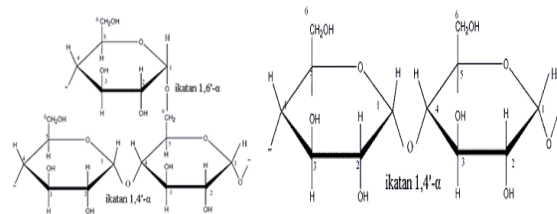
Selulosa merupakan makromolekul tidak bercabang yang mengandung rantai panjang variabel 1-4 unit β -D-anhydroglucopyranose yang terkait. Panjang dan jenis rantai yang ada pada selulosa ini tergantung akan sumber dari selulosa yang digunakan. Sebagai contoh, suatu serat selulosa mengandung 60-70% selulosa yang umumnya terdiri dari unsur C, H, dan O₂, dengan memiliki rumus kimia C₆H₁₀O₅[10]. Selulosa saat ini telah banyak digunakan dalam berbagai industri seperti industri kertas, sutera tiruan, dan lain-lain. Molekul dari selulosa ini memiliki kecenderungan untuk membentuk ikatan hidrogen dan intramolekul. Selain itu molekul selulosa ini berbentuk geometri linear. Kelebihan dari selulosa ini yaitu, dapat membentuk serat yang kuat, tidak larut dalam pelarut organik, dan berwarna putih[11].



Gambar 1. Struktur Selulosa[11].

Pati

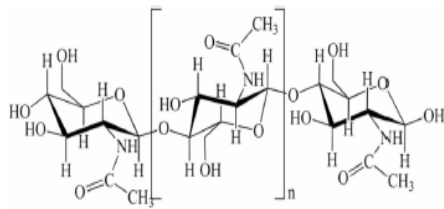
Pati merupakan karbohidrat yang terbentuk akibat terjadinya fotosintesis, dengan bagian paling utama terdapatnya pati pada tumbuhan yaitu pada biji, umbi-umbian dan akar tanaman. Pati dibagi menjadi empat golongan yaitu pati sereal, pati buah, tepung rimpang dan pati lainnya. Pati telah banyak digunakan dalam perindustrian seperti makanan, biomedis, pembuatan kertas, dan perekat kayu. Pati terdiri dari dua jenis polisakarida, yaitu amilosa dan amilopektin[12].



Gambar 2. Struktur Amilosa dan Amilopektin[13].

Kitin

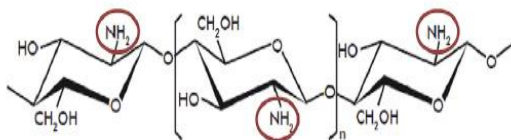
Kitin merupakan komponen utama yang berasal dari cangkang hewan krustasea seperti udang, kepiting, lobster dan juga dapat ditemukan pada exoskeletons dari moluska, serangga dan dinding sel dari beberapa jamur. Kitin diproduksi secara komersial dari deasetilasi atau menghilangkan gugus asetil pada polimer kitin dengan alkali[14].



Gambar 3. Struktur Kitin[14]

Kitosan

Kitosan merupakan polisakarida linier yang mengandung kopolimer D-glukosamin (unit terdeasetilasi) dan N-asetil-D-glukosamin (unit asetilasi) yang dihubungkan dengan glikosidik. Oleh karena itu, ketika persentase N-asetil glukosamin lebih tinggi dari glukosamin biopolimer maka disebut sebagai kitin sedangkan jika glukosamin melebihi N-asetil glukosamin maka disebut dengan kitosan. Kitosan biopolimer diperoleh dengan proses deasetilasi parsial kitin dan kitosan dianggap memiliki sifat polikationik, tidak beracun, biokompatibel dan biodegradabel. Kitosan satu-satunya air yang komersial polimer kationik karena bermuatan positif pada gugus amino dan tidak larut pada pH netral ataupun basa larutan berair. Namun kitosan tetap larut dalam asam encer pada pH < 6-6,5 seperti asam asetat, asam format, asam suksinat, asam laktat, dan asam malat bersamaan dengan HCL encer. Hal ini lah yang membuat kitosan dapat diaplikasikan dalam makanan, bahan kosmetik, dan obat-obatan[15].



Gambar 4. Struktur Kotosan

Gelatin

Gelatin merupakan protein berserat dari sekuens yang unik pada asam amino yang diperoleh dari bahan asli kolagen dengan melalui proses hidrolisis yang akan menyebabkan hilangnya konformasi α -*helix* asli dengan putusanya ikatan antar molekul. Turunan kolagen menunjukkan biokompatibilitas yang baik, biodegradasi dan non imunogenik yang membuat banyak pengaplikasian gelatin dalam bidang perindustri makanan dan farmasi. Kolagen ataupun gelatin digunakan sebagai komponen rekayasa jaringan yang secara signifikan infiltrasi, adhesi, penyebaran, dan proliferasi sel pada struktur sementara yang dihasilkan. Gelatin memiliki sifat tergantung dengan sumber kolagen yang biasanya berasal dari sapi ataupun babi, usia pada hewan, jenis kolagen yang dihasilkan, jenis konversi kolagen menjadi gelatin (hidrolisis asam vs basa), serta pada kondisi pembentukan struktur akhir yang dihasilkan seperti keasaman larutan[16].

Protein

Protein merupakan makromolekul biologis yang melakukan sebagian besar fungsi biokimia sel dan berkerja dalam struktural. Fungsi biologis dari protein berasal dari struktur lipatan yang unik dan ditentukan oleh urutan asm amino rantai polipeptida. Sel eukariotik memiliki lebih dari 20.000 bacaan terbuka bingkai, dimana masing-masing mengkodekan urutan asam amino rantai polipeptida yang diterjemahkan oleh ribosom untuk membentuk molekul protein. Molekul protein yang ditemukan dialam terdiri atas rantai polipeptida residu asam amino B300 dan ditemukan dalam sel yang secara substansional yang menyambungkan dengan pesan mRNA sebelum diterjemahkan, dengan memodifikasi asam amino spesifik pasca-transalasi sebelum masuk dalam rantai polipeptida protein yang membuat sel dapat mengekspresikan lebih dari 100.000 molekul protein yang berbeda akibat peran dalam protein yang bermain dalam dunia biologis dan hanya terdapat dua puluh asam amino yang disandikan secara genetika yang dapat masuk dalam protein. Spesifikasi lokasi memodifikasi molekul protein pasca-translasi secara teknis sulit untuk mengontrol dengan tepat maka dibuatlah inovasi dengan menggunakan biologis sintetik dalam merekayasa mikroorganisme dan dalam sejauh yang telah dilakukan hanya berdampak terbatas dan belum banyak menghasilkan tentang dasar fungsi molekul protein[17].

Pektin

Pektin merupakan sekelompok polisakarida anionik yang ditemukan pada lamella tengah dan pada dinding sel primer pada semua tanaman tingkat tinggi. Pektin sendiri terdiri atas blok asam D-galakturonat dan metil ester yang terputus oleh 1+2 yang terhubung oleh L-rhamnose. Rantai samping pendek tersusun atas gula netral arabinosa dan galaktosa yang terikat dengan beberapa residu backbone galacturonate dan rhamnose yang bertindak dalam menghubungkan antara backbone linier pada bagian yang terikat melalui ikatan hidrogen. Agregat pektin memiliki jari-jari partikel dari 8nm-650nm[18].

Guar Gum

Guar Gum atau Cluster merupakan tanaman dari cyamopsis tetragonolobis, yang masuk dalam famili leguminosae. Guar Gum atau permen guar atau yang sering disebut juga dengan cyamopsis gum, guaran, guyan, guarina atau slucotard non-ionik alami yang merupakan polisakarida yang larut dari alam yang berasal daei tanaman guar[19].

4. Boplastik

Plastik dunia telah menjadi penyumbang masalah terbesar dalam lingkungan salah satunya negara Indonesia sendiri diklaim sebagai negara terbesar kedua terhadap polusi plastik di lingkungan laut setelah tiongkok sebagai negara terbesar didunia. Diperkirakan sekitar 3,22 juta metrik ton per tahun limbah plastik yang tidak dikelola secara benar dan hanya 0,48-1,29 juta metrik ton per tahun yang telah dikonstrubisikan dan dikelola secara benar artinya hanya sekitar 10,1% dari

sampah plastik didunia[20]. Produksi plastik meningkat selama dekade terakhir yang telah mencapai sekitar 350 juta ton per tahun. Keunggulan plastik dalam material seperti memiliki daya tahan, fleksibel, dan bahan baku murah membuat plastik dapat ditemukan hampir diseluruh belahan dunia dan sangat diperlukan dalam kehidupan sehari-hari[21]. Sebagian besar plastik berasal dari bahan baku fosil yang dapat habis atau tidak dapat terbaharukan seperti gas alam, minyak dan batubara[22].

Plastik sebagian besar diproduksi dari sumber daya berbahan bakar fosil. Alternatif yang dapat digunakan sebagai solusi dalam pembuatan plastik dengan berpotensi berkelanjutan yaitu dengan membuat plastik yang terbuat dari bahan berbasis bio yang memiliki keunggulan yaitu dapat terdegradasi ketika dibuang ke lingkungan[23].

Plastik yang dapat terurai secara alami atau disebut dengan bioplastik dianggap sebagai ide yang baik dalam menggantikan kemasan plastik berbahan bakar fosil karena secara karakteristik yang dapat terbiodegradasi yaitu memiliki kemampuan dalam memecah menjadi unsur-unsur alami dengan bantuan mikroorganisme. Dengan demikian hal ini dapat menjadi solusi dalam menyelesaikan masalah limbah padat dilingkungan. Selain itu, bioplastik lebih sedikit tergantung terhadap sumber daya berbahan bakar fosil, sebab bioplastik dapat diproduksi dari sumber daya terbaharukan seperti menggunakan pati pada tanaman atau menggunakan fermentasi bakteri dari bahan-bahan dari tanaman sehingga bioplastik dianggap sebagai inovasi baru terhadap lingkungan yang telah tercemar dan radikal[24].

5. Bioplastik Berbasis Pati

Biopolimer berbasis glukosa seperti pati merupakan bentuk penyimpanan karbon yang luas dan memiliki energi dalam biosfer. Pati merupakan bahan yang memiliki keuntungan lebih karena ketersediaan bahan yang melimpah, dengan biaya bahan murah dan yang utama memiliki sifat biodegradasi yang membuat pati berpotensi dalam pembuatan bioplastik. Namun selain keunggulan yang diterangkan sebelumnya dalam memproduksi banyak dipertanyakan, mengapa demikian, dalam sistem produksi pati saat ini tergantung akan biomassa penting yaitu dalam bahan yang digunakan sebagian besar sebagai bahan pokok pasar makanan seperti sereal, jagung, kentang, singkong dan lain-lain[25].

Tabel 4. Perbandingan Daya Tarik dari Plastik Berbasis Pati

Jenis Pati	Kombinasi Material	Plastik yang Dihasilkan		Referensi
		Keunggulan	Kekurangan	
Singkong	Pati teroksidasi	Sifat mekanik baik dan tidak mudah rusak	Tidak tahan terhadap panas	[26]
Jagung	Titanium dioksida	Kuat tarik membaik dan Tahan terhadap panas.	Morfologi tidak kompatibel terlalu baik	[27]
Gandum	-	Sifat mekanik baik	Tidak tahan terhadap air	[28]
Lidah buaya	Kitosan	Kuat tarik lebih baik dan kekeringan baik	Tidak tahan terhadap air	[29]
Biji Durian	-	Sifat mekanik baik, tidak mudah rusak	Tidak tahan terhadap panas	[30]
Umbi Talas	-	Daya tarik baik	Tidak tahan air	[31]
Umbi garut	-	Tahan air	Daya tarik buruk	[32]

6. Bioplastik Berbasis Selulosa

Selulosa merupakan bahan hidrofilik dan memiliki sifat menyerap air yang baik dan hal ini lah yang membuat selulosa dapat digunakan sebagai alternatif dalam pembuatan plastik tradisional atau bisa disebut dengan bioplastik. Selulosa dapat berguna sebagai penghalang yang rendah terhadap air, gas dan ini dapat dengan mudah diproses karena selulosa infusible dan tidak larut disebagian besar pelarut[33].

Tabel 5. Perbandingan Bioplastik Berbasis Selulosa

Jenis Selulosa	Kombinasi Material	Plastik yang Dihasilkan		Referensi
		Keunggulan	Kekurangan	
Ampas Jerami Padi	Kitosan dan Gliserol	Kuat tarik baik jika meningkatnya mobilitas molekuler rantai polimer	Bioplastik yang terbentuk belum homogen dan tidak adanya gugus fungsi baru	[34], [35]
Kulit Pisang	Gliserin bubuk pati zat pembentuk film	Tahan terhadap panas tinggi, tidak berubah bentuk baik membengkak ataupun menyusut, berkarakter kuat dan tahan lama	Menyerap air	[36]
Mikrobia l Nata de cassava	-	Terdegradasi dengan baik dan dapat menyuburkan tanah	Daya tarik kurang	[37]
Ampas Tebu	NaOH H ₂ O ₂ Urea	Daya tarik lemah, memiliki daya pertahanan kuat dalam menyerap air	Tidak transparansi	[38]
Kelapa Sawit	-	Daya tahan kuat	Memiliki daya bidegradasi tinggi	[35]

Tandan Kosong Kelapa Sawit	-	Daya tahan baik	Tidak tahan terhadap air	[39]
----------------------------	---	-----------------	--------------------------	------

7. Bioplastik Berbasis Kitin dan Kitosan

Kitosan dalam bioplastik lebih banyak digunakan sebagai material penunjang atau material tambahan yang berguna untuk memperkuat sifat mekanik dari plastik yang dihasilkan. Seperti pada penelitian-penelitian antara lain, Chitosan-Montmorillonite yang difungsikan Aldehyde Film sebagai Bioplastik Rilis Dinamis, Rakitan, Switchable, dan Kimia[40], sintesis bioplastik dari kitosan-pati kulit pisang kepok dengan penambahan zat aditif[41], Pengaruh penambahan kitosan terhadap karakteristik bioplastik dari pati kulit kentang (*Solanum tuberosum. L*)[42], Pengaruh suhu galatinasi dan kitosan pada sifat mekanik dari bioplastik dari pati biji alpukat (*persea america mill*) dengan plasticizer glycerol[43], dan penambahan kitosan pada bioplastik dari kulit labu kuning dengan plasticizer[44].

8. Bioplastik Berbasis Protein

Bioplastik yang dibuat dengan memanfaatkan protein memiliki keuntungan yang lebih baik dibandingkan dengan plastik pada umumnya. Bioplastik ini memiliki keunggulan yaitu tidak hanya dapat terbiodegradasi oleh lingkungan tetapi juga memiliki keunggulan lain yaitu, merupakan sumber daya yang terbarukan sehingga ketersediaannya di alam sangat mendukung[45].

Tabel 6. Perbandingan Bioplastik Berbasis Protein

Jenis Protein	Kombinasi Material	Plastik yang Dihasilkan		Referensi
		Keunggulan	Kekurangan	
Gluten	Zein, Kafirin	Memiliki daya tarik yang baik dan dapat terdegradasi	Tidak tahan terhadap air	[46]
Biji Kapas	-	Dapat terdegradasi dengan baik dan tahan terhadap air	Tidak tahan terhadap panas	[47]
Protein Antibakteri	-	Dapat terdegradasi	Ketahanan terhadap air kurang	[48]

Kesimpulan

Plastik merupakan suatu polimer yang mempunyai sifat unik. Polimer adalah bahan yang terdiri dari molekul-molekul yang disebut dengan monomer dengan jenis homopolimer. Polimer merupakan makromolekul berantai panjang yang dihasilkan dari penggabungan molekul-molekul monomer. Polimer dibagi atas polimer alam dan polimer sintetik. Polimer alam seperti selulosa, pati, kitin, kitosan, gelatin, dekstran, alginat, pektin, gum guar dan karet digunakan dalam pembuatan nanokomposit. Polimer alam menunjukkan sifat seperti kemurnian, kristalinitas, solditas tarik, dan meningkatkan elastisitas. Upaya untuk mengurangi limbah plastik didunia maka banyak inovasi yang dilakukan yaitu dengan mengganti bahan plastik dari fosil dengan mengganti plastik alami yang disebut sebagai bioplastik. Bahan-bahan bioplastik rata-rata memiliki daya hantar yang baik namun jika ingin daya hantar menjadi sangat kuat maka dapat menambahkan material-material yang dapat membentuk daya tahan pada bioplastik menjadi lebih baik seperti bioplastik dari pati menggunakan tambahan material kitosan maka akan menghasilkan bioplastik yang kuat dan tahan.

REFERENSI

- [1] G. Lazuardi and S. Cahyaningrum, "Pembuatan Dan Karakterisasi Bioplastik Berbahan Dasar Kitosan Dan Pati Singkong Dengan Plasticizer Gliserol (Preparation and Characterization Based Bioplastic Chitosan and Cassava Starch With Glycerol Plasticizer)," *UNESA J. Chem.*, vol. 2, no. 3, pp. 161–166, 2013.
- [2] S. Chen, Z. Liu, S. Jiang, and H. Hou, "Carbonization: A feasible route for reutilization of plastic wastes," *Neurosci. Biobehav. Rev.*, p. 100632, 2019.
- [3] C. Santagata, G. Iaquaniello, A. Salladini, E. Agostini, M. Capocelli, and M. De Falco, "Production of Low-Density Poly-Ethylene (LDPE) from chemical recycling of plastic waste: process analysis," *J. Clean. Prod.*, 2019.
- [4] K. Vaikarar, S. Rajmohan, C. Ramya, M. R. Viswanathan, and S. Varjani, "Plastic pollutants : effective waste management for pollution control and abatement," *Curr. Opin. Environ. Sci. Heal.*, vol. 12, pp. 72–84, 2019.
- [5] C. Zhang, C. Wang, G. Cao, D. Wang, and S. Ho, "A sustainable solution to plastics pollution: an eco-friendly bioplastic film production from high-salt contained *Spirulina* sp. residues," *J. Hazard. Mater.*, no. November, p. 121773, 2019.
- [6] I. Mujiarto, "Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif," *Traksi*, vol. 3, no. 2, pp. 65–74, 2005.
- [7] U. B. Surono, "Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak," *J. Tek.*, vol. 3, no. 1, pp. 32–40, 2013.
- [8] M. Rizki, "pengembangan buku suplemen kimia berbasis sains teknologi masyarakat pada materi kimia polimer," *Skripsi*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.
- [9] M. Zahran and A. H. Marei, "Innovative natural polymer metal nanocomposites and their antimicrobial activity," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 136, pp. 586–596, 2019.
- [10] V. K. Thakur and M. K. Thakur, "Processing and characterization of natural cellulose fibers/thermoset polymer composites," *Carbohydr. Polym.*, vol. 109, pp. 102–117, 2014.
- [11] R. D. H. Putera, "Ekstraksi Serat Selulosa Dari Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Dengan Variasi Pelarut Ekstraksi Serat Selulosa Dari Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Dengan Variasi Pelarut," *Skripsi*, 2012.
- [12] P. Guo, Y. Li, J. An, S. Shen, and H. Dou, "Study on structure-function of starch by asymmetrical flow field-fractionation coupled with multiple detectors: A review," *Carbohydr. Polym. J.*, vol. 226, no. August, 2019.
- [13] R. L. WHISTLER and J. R. DANIEL, "Molecular Structure of Starch," *Starch Chem. Technol.*, pp. 153–182, 1984.
- [14] S. Islam, M. A. R. Bhuiyan, and M. N. Islam, "Chitin and Chitosan: Structure, Properties and Applications in Biomedical Engineering," *J. Polym. Environ.*, vol. 25, no. 3, pp. 854–866, 2017.
- [15] I. Hamed, F. Özogul, and J. M. Regenstein, "Industrial applications of crustacean by-products (chitin, chitosan, and chitooligosaccharides): A review," *Trends Food Sci. Technol.*, vol. 48, pp. 40–50, 2016.
- [16] A. A. Aldana and G. A. Abraham, "Current advances in electrospun gelatin-based scaffolds for tissue engineering applications," *Int. J. Pharm.*, vol. 523, no. 2, pp. 441–453, 2017.
- [17] S. B. H. Kent, "Total chemical synthesis of proteins," *Chem. Soc. Rev.*, vol. 38, no. 2, pp. 338–351, 2009.
- [18] M. L. Fishman, P. Cooke, B. Levaj, D. T. Gillespie, S. M. Sondey, and R. Scorza, "Pectin microgels and their subunit structure," *Arch. Biochem. Biophys.*, vol. 294, no. 1, pp. 253–260, 1992.
- [19] N. Thombare, U. Jha, S. Mishra, and M. Z. Siddiqui, "Guar gum as a promising starting material for diverse applications: A review," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 88, pp. 361–372, 2016.
- [20] P. Lestari and Y. Trihadiningrum, "The impact of improper solid waste management to plastic pollution in Indonesian coast and marine environment," *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 149, no. April, p. 110505, 2019.
- [21] L. M. Heidebreder, I. Bablok, S. Drews, and C. Menzel, "Tackling the plastic problem: A review on perceptions, behaviors, and interventions," *Sci. Total Environ.*, vol. 668, pp. 1077–1093, 2019.
- [22] W. Leal Filho *et al.*, "An overview of the

- problems posed by plastic products and the role of extended producer responsibility in Europe,” *J. Clean. Prod.*, vol. 214, pp. 550–558, 2019.
- [23] D. Taufik, M. J. Reinders, K. Molenveld, and M. C. Onwezen, “The paradox between the environmental appeal of bio-based plastic packaging for consumers and their disposal behaviour,” *Sci. Total Environ.*, no. xxxx, 2019.
- [24] B. Tjahjono and D. Cao, “Advancing bioplastic packaging products through co-innovation: A conceptual framework for supplier-customer collaboration,” *J. Clean. Prod.*, p. 119861, 2020.
- [25] C. Mathiot, P. Ponge, B. Gallard, J. F. Sassi, F. Delrue, and N. Le Moigne, “Microalgae starch-based bioplastics: Screening of ten strains and plasticization of unfractionated microalgae by extrusion,” *Carbohydr. Polym.*, vol. 208, pp. 142–151, 2019.
- [26] O. O. Oluwasina, F. K. Olaleye, S. J. Olusegun, O. O. Oluwasina, and N. D. S. Mohallem, “Influence of oxidized starch on physicochemical, thermal properties, and atomic force micrographs of cassava starch bioplastic film,” *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 135, pp. 282–293, 2019.
- [27] M. R. Amin, M. A. Chowdhury, and M. A. Kowser, “Characterization and performance analysis of composite bioplastics synthesized using titanium dioxide nanoparticles with corn starch,” *Heliyon*, vol. 5, no. 8, 2019.
- [28] M. Jiménez-Rosado, L. S. Zarate-Ramírez, A. Romero, C. Bengoechea, P. Partal, and A. Guerrero, “Bioplastics based on wheat gluten processed by extrusion,” *J. Clean. Prod.*, vol. 239, 2019.
- [29] A. W. Utomo, B. D. Argo, and M. B. Hermanto, “karakteristik fisikokimiawi plastik biodegradable dari komposit pati lidah buaya (aloe vera) - kitosan Effect of Temperature and Drying Duration toward Psychochemical Characteristic of Biodegradable Plastic from Starch Composite of,” *J. Bioproses Komod. Trop.*, vol. 1, no. 1, 2013.
- [30] M. Cornelia, R. Syarief, H. Effendi, and B. Nurtama, “Pemanfaatan pati biji durian dan pati sagu dalam pembuatan bioplastik,” *J. Kim. Kemasan*, vol. 35, no. 1, pp. 20–29, 2013.
- [31] M. H. S. Ginting, R. F. Sinaga, R. Hasibuan, and G. Ginting, “Pengaruh Variasi Temperatur Gelatinisasi Pati Terhadap Sifat Kekuatan Tarik dan Pemanjangan Pada Saat Putus Bioplastik Pati Umbi Talas,” *Semin. Nas. Sains dan Teknol.*, no. November, pp. 1–3, 2014.
- [32] Ardiansyah Ryan, “Pemanfaatan Pati Umbi Garut Untuk Pembuatan Plastik Biodegradable,” p. 99, 2011.
- [33] J. A. Heredia-Guerrero *et al.*, “Cellulose-polyhydroxylated fatty acid ester-based bioplastics with tuning properties: Acylation via a mixed anhydride system,” *Carbohydr. Polym.*, vol. 173, pp. 312–320, 2017.
- [34] R. Pratiwi, D. Rahayu, and M. I. Barliana, “Pemanfaatan Selulosa Dari Limbah Jerami Padi (*Oryza sativa*) Sebagai Bahan Bioplastik,” *Indones. J. Pharm. Sci. Technol.*, vol. 3, no. 3, p. 83, 2016.
- [35] Isroi, A. Rahman, and K. Syamsu, “Biodegradability of oil palm cellulose-based bioplastics,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 183, no. 1, 2018.
- [36] A. B. M. Sharif Hossain, N. A. Ibrahim, and M. S. AlEissa, “Nano-cellulose derived bioplastic biomaterial data for vehicle bio-bumper from banana peel waste biomass,” *Data Br.*, vol. 8, pp. 286–294, 2016.
- [37] D. Teknologi and I. Pertanian, “Pembuatan biofilm selulosa asetat dari selulosa mikrobial,” vol. 3, no. 1, 2014.
- [38] N. M. Aguilar, F. Arteaga-Cardona, M. E. de Anda Reyes, J. J. Gervacio-Arciniega, and U. Salazar-Kuri, “Magnetic bioplastics based on isolated cellulose from cotton and sugarcane bagasse,” *Mater. Chem. Phys.*, vol. 238, no. July, p. 121921, 2019.
- [39] M Roganda L Lumban Gaol, Roganda Sitorus, Yanthi S, Indra Surya, and Renita Manurung, “Pembuatan Selulosa Asetat Dari A -Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit,” *J. Tek. Kim. USU*, vol. 2, no. 3, pp. 33–39, 2013.
- [40] J. Chabbi, O. Jennah, N. Katir, M. Lahcini, M. Bousmina, and A. El Kadib, “Aldehyde-functionalized chitosan-montmorillonite films as dynamically-assembled, switchable-chemical release bioplastics,” *Carbohydr. Polym.*, vol. 183, pp. 287–293, 2018.
- [41] Y. E. Agustin and K. S. Padmawijaya, “Synthesis of chitosan-pati bioplastics Kepok Banana,” *J. Tek. Kim.*, vol. 10, no. 2, pp. 40–48, 2016.
- [42] U. F. Jabbar, “pengaruh penambahan kitosan terhadap karakteristik bioplastik dari pati kulit kentang (*Solanum tuberosum*. L),” *Skripsi*, 2017.
- [43] M. H. . Ginting, M. . Rmadhan Tarigan, and A. M. Singgih, “Effect of gelatinization temperature and chitosan on mechanical properties of bioplastics from avocado seed starch (*Persea americana* mill) with plasticizer glycerol,” *Int. J. Eng. Sci.*, vol. 4, no. 12, pp. 36–43, 2015.
- [44] A. Sofia, A. T. Prasetya, and E. Kusumastuti, “Komparasi Bioplastik Kulit Labu Kuning-Kitosan dengan Plasticizer dari Berbagai Variasi Sumber Gliserol,” *Indones. J. Chem. Sci.*, vol. 6, no. 2, 2017.
- [45] D. Gómez-Heincke, I. Martínez, M. Stading, C. Gallegos, and P. Partal, “Improvement of mechanical and water absorption properties of plant protein based bioplastics,” *Food Hydrocoll.*, vol. 73, pp. 21–29, 2017.
- [46] J. Taylor, J. O. Anyango, and J. R. N. Taylor, “Developments in the science of zein, kafirin, and gluten protein bioplastic materials,” *Cereal Chem.*, vol. 90, no. 4, pp. 344–357, 2013.
- [47] H. B. Yue, Y. D. Cui, P. S. Shuttleworth, and J. H. Clark, “Preparation and characterisation of bioplastics made from cottonseed protein,” *Green*

- Chem.*, vol. 14, no. 7, pp. 2009–2016, 2012.
- [48] A. Jones, A. Mandal, and S. Sharma, “Protein-based bioplastics and their antibacterial potential,” *J. Appl. Polym. Sci.*, vol. 132, no. 18, pp. 1–27, 2015.