

**KARAKTERISTIK KOMPOSIT BIOPLASTIK BERBASIS PATI UWI (*Dioscorea alata* L.)
DENGAN PENGUAT ZnO**

Kezia M. Bangun^{1*}, Arzita¹, D. Fortuna¹

¹Fakultas Pertanian, Universitas Jambi, Provinsi Jambi

*e-mail : Kmenintabangun@icloud.com

ABSTRAK

Plastik telah banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari karena harganya yang relatif murah dan penggunaannya yang praktis. Namun, plastik sulit terurai sehingga menimbulkan banyak masalah lingkungan. Bioplastik telah dikembangkan untuk menggantikan plastik konvensional karena mudah terurai dan ramah lingkungan. Pada penelitian ini, bioplastik pati uwi dengan penambahan seng oksida, gliserol 5 mL sebagai pemlastis. ZnO dengan variasi konsentrasi 5, 6, 7, 8, dan 9% ditambahkan ke dalam campuran biopolimer sebelum dicetak untuk meningkatkan sifat mekaniknya. Ternyata 9% ZnO merupakan konsentrasi terbaik yang menghasilkan nilai kuat tarik 8,51 Mpa, sebaliknya, persentase pemanjangan menurun dengan meningkatnya konsentrasi ZnO yaitu 3,41%, Ketebalan 0,46 mm, Ketahanan air 82,9%, dan transparansi 6,11%. Bioplastik pati uwi yang diperkuat oleh ZnO ini tampaknya cukup menjanjikan untuk menggantikan beberapa plastik konvensional komersial.

Kata kunci: Bioplastik, Pati Uwi, ZnO.

PENDAHULUAN

Umbi uwi adalah salah satu umbi dari kelompok *Dioscorea* yang terdiri dari beberapa jenis pati uwi putih, uwi kuning, dan uwi ungu. Uwi ungu (*Dioscorea alata* L.) merupakan tanaman lokal yang prospektif dan dapat digunakan sebagai sumber pangan fungsional. Uwi memiliki kandungan pati yang cukup besar yaitu berkisar 74,4% (Ulyarti *et al.*, 2022). Pati uwi memiliki potensi untuk menjadi bahan dari bioplastik karena pati dapat membentuk film cukup kuat dan memiliki amilosa yang tinggi berkisar 26,98- 31,02% (Erning *et al.*, (2012). Tanaman uwi dapat tumbuh dalam kondisi tanah yang kering, sentra penanaman uwi di Indonesia terdapat di Jawa Tengah, Jawa Timur, Kalimantan Selatan, Sulawesi Tenggara, dan Maluku. Masyarakat yang membudidayakan uwi di daerah Jambi masih sangat sedikit karena jarang petani untuk menanam uwi disebabkan oleh permintaan pasar yang masih rendah terhadap uwi (Bahraini *et al.*, 2018).

Plastik merupakan suatu bahan yang banyak digunakan oleh manusia untuk berbagai kegiatan. Plastik memiliki beberapa kelebihan dibandingkan pengemas lainnya, antara lain; bobot ringan, mudah dibawa, kuat, transparan, tidak mudah pecah, harganya relatif murah, dapat didesain sesuai keinginan, dan kebutuhannya selalu meningkat (Ramadhan *et al.*, 2017; Rachmi *et al.*, 2015). Penggunaan plastik sebagai bahan pengemas menghadapi berbagai persoalan lingkungan, yaitu tidak dapat didaur ulang, tidak dapat diuraikan secara alami oleh mikroba di dalam tanah, berasal dari minyak bumi yang keberadaannya semakin menipis serta kandungan yang dimiliki plastik yaitu polyethylene (PE) dan polypropylene (PP) yang dapat menyebabkan pencemaran dan kerusakan bagi lingkungan dikarenakan membutuhkan waktu yang lama untuk terurai di dalam tanah (Sinaga *et al.*, 2014). Maka dari itu berbagai riset telah dilakukan tentang penggunaan bahan organik sebagai penghasil bioplastik ini (Genalda dan Udjiana, 2021). Plastik *biodegradable* dapat diartikan sebagai *film* kemasan yang dapat didaur ulang dan dapat dihancurkan secara alami dengan jangka waktu

yang cepat. Penelitian ini banyak menggunakan berbagai polimer alami seperti selulosa dan pati (Kamsiati *et al.*, 2017). Pembuatan bioplastik memakai pati lebih unggul dikarenakan gugus hidroliknya mudah menyerap air, mudah didapat, memiliki sifat termoplastik, tidak berbau, dapat terdegradasi dengan waktu yang cepat yaitu 10 sampai 15 hari, mudah dibentuk atau dicetak, tidak berasa, dan umumnya tidak beracun (Fauzi Akbar *et al.*, 2013). Penguraian pati lebih cepat dibandingkan selulosa (Sulityo dan Ismiyati, 2012). Pati uwi memiliki sifat hidrofilik dan mekanis kuat tarik yang lebih rendah sebesar 10,79 Mpa jika dibandingkan dengan polimer sintesis sebesar 19,62 Mpa (IPB PW). Pembentukan sifat plastis dari pati diperlukan agen pemelastik (*plasticizer*). *Plasticizer* ditambahkan agar film lebih elastis, mencegah keretakan pada film, meningkatkan kuat tarik, ketahanan selama proses pembuatan plastik biodegradable. Kemampuan *plasticizer* dalam memperkecil interaksi antar polimer tergantung pada konsentrasi, jenis polimer dan *plasticizer* yang digunakan. *Plasticizer* yang biasa digunakan dalam kelompok poliol adalah gliserol dan sorbitol (Ismaya *et al.*, 2020). *Plasticizer* sorbitol dan gliserol cukup baik untuk mengurangi ikatan hidrogen internal sehingga akan meningkatkan jarak intermolekul (Prasetya *et al.*, 2017). Pada gliserol memiliki keunggulan yaitu memberikan kelarutan yang lebih tinggi dibandingkan sorbitol pada *edible film* berbasis pati (Abdullah *et al.*, 2020), juga sebagai agen pemelastis karena sifatnya yang hidrolifik yang cocok terhadap pati untuk memacu proses pencetakan dan fleksibilitas (Rodríguez *et al.*, 2006). Untuk harga yang didapat lebih murah dibandingkan sorbitol sehingga pada penelitian ini *plasticizer* yang digunakan adalah gliserol.

Zink oksida (ZnO) merupakan *bio-compatible* dengan pati pada pembuatan plastik *biodegradable* dan bersifat antimikroba (Marbun, 2012). Bioplastik pati ubi jalar telah disintesis dengan penambahan bahan penguat ZnO 3 % dan clay 6% dari berat pati menghasilkan plastik dengan kuat tarik 22,96 kgf/cm² dan elongasi 10,60% (Nugroho, 2012). Bioplastik pati ubi jalar yang ditambah 9% selulosa dan 3% ZnO memiliki kuat tarik sebesar 28,942 kgf/cm² dan elongasi 11,8% (Marbun, 2012). Selanjutnya, penambahan 30% gliserol dan ZnO 6% dalam 50 ml biokomposit menghasilkan bioplastik yang memiliki kekuatan tarik sebesar 0,7396 ± 0,0006 Mpa (Khalistyawati, 2016). Untuk meningkatkan kekuatan mekanis dan *barrier properties* pada pati, sejumlah kecil pengisi (*filler*) berupa bahan anorganik biasanya ditambahkan ke dalam matrik polimer. ZnO merupakan salah satu filler yang menarik digunakan karena ZnO adalah keramik piezoelektrik dan bersifat antimikroba (Wang, 2008).

Dalam penelitian ini, pada pembuatan plastik *biodegradable* akan ditambahkan ZnO untuk meningkatkan kekuatan mekanis dan ketahanan terhadap permeabilitas air. ZnO adalah unsur anorganik yang sangat diperlukan dan digunakan secara universal dalam bidang kedokteran, biologi, dan industri, dapat dikonsumsi. Konsumsi ZnO pada orang dewasa adalah 8–15 mg/hari, dimana sekitar 5–6 mg/hari hilang melalui urin dan keringat dan merupakan unsur penting dari tulang, gigi, enzim, dan banyak protein fungsional sehingga ZnO merupakan elemen penting bagi pertumbuhan manusia, hewan, tumbuhan, dan bakteri (Siddiqi *et al.*, 2018)

METODE PENELITIAN

a. Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Juli – Oktober 2024 di Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Perhatian, Universitas Jambi.

b. Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan adalah pati uwi, ZnO, gliserol, aquades, kalsium klorida, dan sodium klorida jenuh. Alat yang digunakan adalah; timbangan analitik, pengaduk, beaker glass, kaca cetakan film plastik, erlemeyer, gelas ukur, *hot plate*, magnetic stirrer, oven, pisau, termometer, pipet tetes, cawan porselin, tisu, spatula, talenan, oven listrik. Alat untuk analisa yang digunakan adalah *texture analyzer*, mikrometer sekrup dan spektrofotometer.

c. Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap 5 perlakuan dan 4 kali ulangan, didapat 20 satuan percobaan yaitu : konsentrasi 5%, 6%, 7%, 8%, dan 9%. Adapun penentuan dari perlakuan ini berdasarkan penelitian pendahuluan dan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rahman dan Angellita, (2022) yang menyatakan bahwa penggunaan konsentrasi ZnO yang tepat akan menghasilkan karakteristik plastik bioplastik yang baik.

Kelima taraf perlakuan adalah sebagai berikut:

A1 : Konsentrasi ZnO 5%

A2 : Konsentrasi ZnO 6%

A3 : Konsentrasi ZnO 7%

A4 : Konsentrasi ZnO 8%

A5 : Konsentrasi ZnO 9 %

Tabel 1. Formulasi Pembuatan Bioplastik

Perlakuan	Pati Uwi (g)	Gliserol (g)	ZnO	Aquades (g)
A1	10	5,5	5%	134
A2	10	5,4	6%	134
A3	10	5,3	7%	134
A4	10	5,2	8%	134
A5	10	5,1	9%	134

d. Prosedur Penelitian

Pembuatan Pati Uwi (Ulyarti *et al.*, 2022)

Uwi dibersihkan terlebih dahulu, dicuci, dikupas, dicuci kembali dan selanjutnya diiris setebal 2 mm hingga 3 mm. Lendir umbi uwi dihilangkan dengan cara irisan direndam dalam larutan garam meja 15% selama 30 menit dan dicuci ulang sebanyak 3 kali. Irisan uwi dihaluskan dengan blender, hingga bubur dapat melewati saringan kain 200 mesh lakukan berulang kali sampai air perasan bening yang berarti pati sudah habis. Suspense yang diperoleh diendapkan selama 6 jam dan disimpan dalam lemari pendingin. Endapan selanjutnya dilarutkan dalam aquades kembali untuk memurnikan pati. Pati dikeringkan di dalam oven pada suhu 50°C selama 6 jam. Pati yang telah dikeringkan diayak

menggunakan ayakan mesh dan dikemas dalam wadah tertutup serta disimpan pada suhu ruang.

Pembuatan bioplastik

Pati uwi sebanyak 10 gram dilarutkan dengan 134 mL aquades dalam gelas beaker dan diaduk hingga larut tanpa pemanasan selama 10 menit, kemudian ditambahkan gliserol (5,5, 5,4, 5,3, 5,2, 5,1 mL) dan ZnO sesuai perlakuan. Setelah itu, panaskan larutan di atas *hot plate* hingga suhu mencapai 80°C dan lakukan pengadukan menggunakan magnetic stirrer 600 rpm, setelah tercampur larutan dituang ke dalam cetakan kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 50°C selama 24 jam.

e. Analisis Parameter

Analisis yang diamati terdiri dari ketebalan (Mendes *et al.*, 2016), ketahanan terhadap air (Pandu Lazuardi *et al.*, 2013), transparansi (Piñeros-Hernandez *et al.*, 2017), kuat tarik (*Tensile Strength*) (JIS, 2019), dan persen pemanjangan (*Elongasi*) (JIS, 2019).

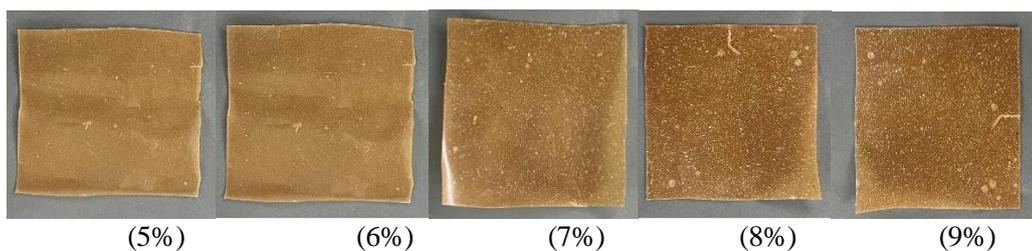
f. Analisis Data

Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan sidik ragam (ANOVA) pada taraf 5%. Apabila hasil yang diperoleh berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Produk

Bioplastik adalah bahan plastik yang digunakan seperti plastik konvensional dan terbuat dari bahan baku terbarukan. Bioplastik memiliki sifat ramah lingkungan karena dapat dikembalikan ke alam (Nurhidayah *et al.*, 2024). Bioplastik berupa lembaran tipis, elastis, transparan sedikit tembus pandang. Berikut bioplastik rasio pati uwi dan seng oksida (ZnO) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil pembuatan bioplastik dengan beberapa perlakuan ZnO

Bioplastik film pati uwi sedikit elastis, akan tetapi memiliki kuat tarik yang rendah dibandingkan dengan plastik komersial. Bioplastik pati uwi ini lebih mudah robek apabila diberi regangan. Permukaan bioplastik yang diperoleh berstruktur halus namun masih terdapat bagian yang kasar. Tekstur permukaan ini sangat dipengaruhi oleh distribusi ukuran partikel bahan baku pembuatan edible film. Semakin seragam ukuran partikel bahan baku bioplastik maka akan menghasilkan bioplastik yang lebih halus.

Ketebalan

Ketebalan mempengaruhi bioplastik dalam pembentuk produk yang dikemas dan permeabilitas udara. Pengujian ketebalan diukur dengan memakai alat mikrometer akurasi 0,01 mm, diambil dari rerata pada titik film yang berbeda. Ketebalan film merupakan karakteristik yang penting dalam

menentukan kualitas yang dihasilkan sebagai kemasan suatu produk pangan (Ulyarti *et al.*, 2021).

Ketebalan akan berpengaruh terhadap sifat bioplastik yang lainnya seperti kuat tarik, transparansi, permeabilitas dan elongasi. Semakin tebal film akan menurunkan tingkat permeabilitas gas, semakin tebal film akan menurunkan tingkat permeabilitas gas dan dapat melindungi produk yang dikemas dengan baik (Syarifuddin dan Yuniarta, 2015). Nilai ketebalan dipengaruhi oleh volume larutan bioplastik dan dipengaruhi jumlah total padatan dalam larutan maupun cetakan. Nilai ketebalan bioplastik dengan variasi ZnO dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai rata-rata ketebalan bioplastik

Rasio ZnO	Ketebalan (mm)
5%	0,31 ± 0,17 ^a
6%	0,33 ± 0,22 ^a
7%	0,35 ± 0,29 ^a
8%	0,36 ± 0,34 ^a
9%	0,46 ± 0,76 ^b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Berdasarkan hasil analisis ragam, konsentrasi seng oksida (ZnO) berpengaruh sangat nyata pada taraf $p < 0,05$ terhadap nilai ketebalan bioplastik. Nilai ketebalan bioplastik tertinggi yaitu bioplastik dengan perlakuan 9% (ZnO) yaitu 0,46 mm sedangkan nilai terendah pada perlakuan konsentrasi seng oksida 5% yaitu 0,31 mm. Bertambahnya konsentrasi seng oksida (ZnO) akan meningkatkan total padatan dalam larutan, sehingga bioplastik yang diperoleh akan semakin tebal setelah dikeringkan. Hal ini disebabkan karena keberadaan filler ZnO mampu berinteraksi dengan matriks melalui ikatan hidrogen sehingga peningkatan jumlah ikatan tersebut menyebabkan penebalan suatu matriks polimer. Dengan demikian, semakin besar penambahan ZnO maka akan diperoleh ketebalan film yang semakin tinggi dimana ketebalan yang semakin tinggi mampu menurunkan sifat permeabilitas polimer sehingga memperkecil kemungkinan adanya difusi gas dari lingkungan. Hal ini sesuai dengan pendapat Rusli (2017) menyatakan bahwa peningkatan kandungan padatan terlarut dalam produksi bioplastik menyebabkan peningkatan ketebalan bioplastik yang dihasilkan. Ketika jumlah padatan larutan meningkat, jumlah polimer yang membentuk matriks bioplastik meningkat, saling mendekat dan meningkatkan ketebalannya (Adi Nugroho dan Baskara Katri, 2013).

Penelitian ini memiliki nilai ketebalan lebih tinggi dari hasil penelitian yang dilakukan oleh (Khalistyawati, 2016) bioplastik yang berbahan pati kelobot jagung, memiliki nilai tertinggi pada konsentrasi 3% mm yaitu 0,027 mm.

Kuat Tarik (*Tensile Strength*)

Pengujian kuat tarik merupakan gaya maksimum yang dapat ditahan oleh bioplastik hingga terputus. Semakin tinggi kuat tarik maka semakin baik melindungi dari faktor mekanis seperti getaran luar, benturan, jatuh dan gesekan (Yuliasih dan Raynasari, 2014). Nilai kuat tarik bioplastik dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rata-rata kuat tarik bioplastik

Rasio ZnO	Kuat Tarik (Mpa)
5%	2,48 ± 0,55 ^a
6%	3,17 ± 0,90 ^a
7%	3,82 ± 1,54 ^a
8%	8,04 ± 0,53 ^b
9%	8,51 ± 0,75 ^b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Berdasarkan hasil analisis ragam, konsentrasi ZnO berpengaruh nyata terhadap nilai kuat tarik bioplastik. Nilai kuat tarik bioplastik berkisar 2,48 Mpa – 8,51 Mpa. Menunjukkan bahwa nilai kuat tarik terendah terdapat pada perlakuan konsentrasi ZnO (5%) yaitu 2,48 Mpa dan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi (9%) yaitu Mpa 8,51 Mpa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan jumlah ZnO yang ditambahkan memberikan pengaruh nyata. Penambahan ZnO dilakukan dengan tujuan penguat. Dapat dilihat pada Tabel 3 bahwa penambahan ZnO menghasilkan nilai *tensile strength* yang semakin meningkat karena memiliki kekuatan yang paling optimum. Ikatan yang terjadi saat ditambahkan ZnO adalah ikatan kompleks logam-kitosan. Elektron bebas pada unsur O dan N dalam kitosan dapat berkoordinat membentuk ikatan-ikatan aktif dengan kation-kation logam. Meningkatnya nilai *tensile strength* pada film bioplastik disebabkan Zn² sebagai filler yang menjadi penghubung dan pengganti ikatan hidrogen intramolekul dan intermolekul yang hilang saat sudah ditambahkan pati dan gliserol. Menurut Purnawan *et al.*(2012), adanya logam dalam konsentrasi kecil mampu meningkatkan kristalinitas dari kitosan. Hal ini membuat film bioplastik semakin kuat tapi juga semakin getas.

Berdasarkan *Japanese Industrial Standard (JIS)* (2019), hasil nilai kuat tarik bioplastik rasio ZnO pati uwi telah memenuhi standar kuat tarik pada grade 5 yaitu sebesar <25 N/mm. Hasil Bioplastik ini lebih tinggi dari nilai kuat tarik yang dihasilkan penelitian Saputra *et al.* (2019) berbahan pati umbi gadung dengan penambahan ZnO 10% (dari 6 g pati) dan penambahan gliserol 1 gram menghasilkan bioplastik umbi gadung terbaik, namun belum memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) dengan karakteristik kuat tarik 1,385 Mpa. Penelitian Lubis *et al.*(2020) melaporkan bioplastik pati buah mangga tanpa penambahan seng oksida (ZnO) memiliki nilai kuat tarik sebesar 0,38 Mpa dan penambahan seng oksida (ZnO) sebesar 3,78 Mpa.

Persen Pemanjangan (*Elongasi*)

Elongasi merupakan pertambahan panjang ketika bioplastik memperoleh gaya maksimum yang dipengaruhi oleh daya tarik sampai terjadinya perputusan dan dibandingkan dengan panjang awalnya (Ruri, 2021). Uji kuat tarik pada bioplastik menyebabkan perubahan pertambahan panjang pada sampel yang disebut dengan elongasi. Nilai elongasi atau persen pemanjangan bioplastik dengan konsentrasi seng oksida (ZnO) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Elongasi

Konsentrasi seng oksida (ZnO)	Elongasi (%)
5%	10,22 ± 1,72 ^a
6%	7,28 ± 0,53 ^a
7%	6,17 ± 1,49 ^{ab}
8%	5,61 ± 0,80 ^{bc}
9%	3,41 ± 0,73 ^c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Berdasarkan hasil analisis ragam, menunjukkan bahwa hasil konsentrasi seng oksida (ZnO) berpengaruh nyata pada taraf $p < 0,05$. Nilai elongasi bioplastik berkisar 3,41% - 10,22%. Nilai elongasi bioplastik menunjukkan hal yang berlawanan dengan nilai kuat tarik bioplastik. Terlihat pada Tabel 3, nilai elongasi terendah terdapat pada perlakuan konsentrasi seng oksida 9% yaitu 3,41%.

Faktor yang mempengaruhi penurunan nilai elongasi karena Seng oksida (ZnO) merupakan bahan pengisi yang dapat meningkatkan kekakuan material, namun juga dapat mengurangi elastisitasnya. Ketika seng oksida ditambahkan ke dalam matriks polimer atau karet, partikel ZnO cenderung membentuk struktur pengisi yang lebih padat dan menghambat gerakan rantai polimer. Akibatnya, kemampuan polimer untuk meregang atau elongasi menjadi berkurang (Lin *et al.*, 2015).

Berdasarkan *Japanese Industrial Standard (JIS) 2019*, hasil elongasi bioplastik konsentrasi seng oksida memenuhi standar elongasi pada kelas 5 yaitu sebesar $< 20\%$. Penelitian ini memiliki nilai elongasi lebih rendah yang dilakukan Nugroho, (2012) bioplastik berbahan pati ubi jalar, nilai elongasi menurun seiring dengan pertambahan konsentrasi seng oksida (ZnO) dengan nilai elongasi paling tinggi pada 3% seng oksida yaitu 11,33%.

Daya Tahan Air

Ketahanan bioplastik terhadap air dilakukan untuk mengetahui seberapa besar daya serap bahan tersebut terhadap air. Semakin rendah daya serap air maka sifat bioplastik tersebut semakin baik, semakin tinggi daya serap air maka bioplastik tersebut semakin mudah hancur atau rusak. Pengujian ini digunakan untuk melihat kemampuan plastik dalam melindungi produk dari air (Lazuardi *et al.*, 2013). Sifat ini dipengaruhi oleh komponen-komponen penyusun bioplastik. Semakin besar nilai ketahanan air maka material akan semakin baik untuk digunakan sebagai bahan kemasan (Illing dan Satriawan, 2018).

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi ZnO berpengaruh nyata pada taraf $p < 0,05$ terhadap ketahanan air bioplastik. Peningkatan konsentrasi ZnO meningkatkan ketahanan air seperti terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai rata-rata daya tahan air.

Konsentrasi seng oksida (ZnO)	Ketahanan Air (%)
5%	59,61 ± 1,29 ^a
6%	69,61 ± 3,18 ^b
7%	74,92 ± 4,74 ^b
8%	80,07 ± 7,92 ^{bc}
9%	82,92 ± 3,30 ^c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Berdasarkan hasil analisis ragam, konsentrasi seng oksida (ZnO) berpengaruh nyata pada taraf $p < 0,05$ terhadap nilai ketahanan air bioplastik. Nilai ketahanan air bioplastik berkisar 59,61 – 82,92%. Tabel 4 menunjukkan nilai ketahanan air terendah yaitu pada perlakuan konsentrasi seng oksida (ZnO) 5% yaitu sebesar 59,61% dan nilai tertinggi pada perlakuan konsentrasi seng oksida (ZnO) 9% yaitu 82,92%. Nilai ketahanan air bioplastik meningkat seiring bertambahnya seng oksida (ZnO) karena pembentukan struktur jaringan antara partikel ZnO dan komponen pati yang mencegah molekul air larut (Danni *et al.*, 2023). Semakin besar daya serap airnya maka plastik kurang mampu melindungi produk dari air yang dapat menyebabkan produk cepat rusak atau berkurang kualitasnya. Oleh karena itu, bioplastik yang dihasilkan dapat bersifat hidrolisis (Wardah dan Hastuti, 2015).

Penelitian ini memiliki nilai daya tahan air lebih tinggi dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Fadlilah dan Udjiana, (2023) bioplastik berbahan pati mangga, memiliki nilai tertinggi yaitu 23% dengan konsentrasi ZnO 6% . Penelitian Albar *et al.*, (2021) melaporkan bioplastik dari pati uwi ungu, *plastizer* gliserol dan kitosan memiliki ketahanan air sebesar 77,22%.

Transparansi

Transparansi adalah kemampuan satu material untuk mentransmisikan cahaya. Transparansi menjadi nilai estetika dalam memasarkan bioplastik. Transparansi mengacu pada kejernihan film yang dihasilkan. Bioplastik dipotong berbentuk persegi dengan ukuran 2,5 mm x 1,5 mm diletakkan pada sel spektrofotometer. Persen transmisi diukur menggunakan spektrofotometer UV-VIS dengan panjang gelombang 600 nm. Hasil pengujian transparansi bioplastik dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai rata-rata transparansi bioplastik

Seng Oksida (ZnO)	Transparansi (%/mm)
5%	10,65 ± 0,87 ^c
6%	8,49 ± 1,16 ^b
7%	6,97 ± 0,64 ^{a,b}
8%	6,46 ± 0,71 ^{a,b}
9%	6,11 ± 0,69 ^a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Berdasarkan hasil analisis ragam, konsentrasi seng oksida (ZnO) berpengaruh nyata pada taraf $p < 0,05$ terhadap nilai transparansi bioplastik. Nilai transparansi bioplastik tertinggi dengan perlakuan konsentrasi ZnO 5% yaitu 10,65% sedangkan terendah pada perlakuan konsentrasi ZnO 9% yaitu 6,11%.

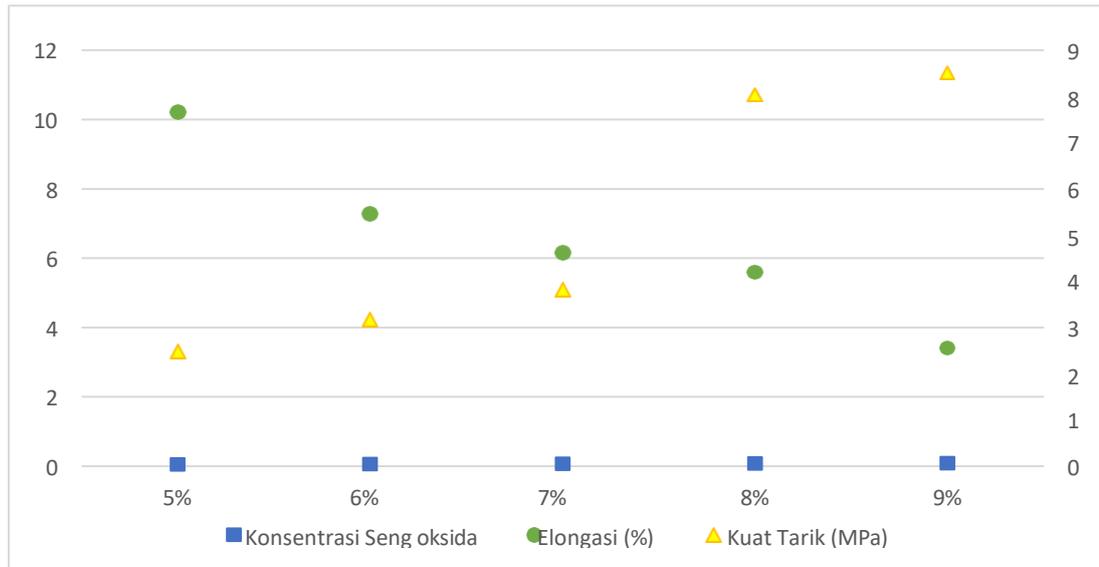
Penambahan konsentrasi menurunkan nilai transparansi. Hal ini dikarenakan bertambahnya konsentrasi maka permukaan bioplastik menjadi lebih tebal dan ketebalan bioplastik memiliki hubungan berbanding berbalik dengan transparansi. Semakin tebal bioplastik maka semakin rendah tingkat transparansinya. Hal ini disebabkan karena ketebalan yang lebih besar meningkatkan jumlah material yang harus dilewati oleh cahaya, sehingga lebih banyak cahaya yang terserap, disebarkan, atau dipantulkan dari pada diteruskan.

Penelitian ini memiliki transparansi yang lebih tinggi dari penelitian yang dilakukan Wattimena *et al.* (2016) dengan bioplastik berbahan dasar pati sagu menghasilkan transparansi berkisar antara 0,59%

sampai dengan 4,14%.

Hubungan dan Statistik Parameter

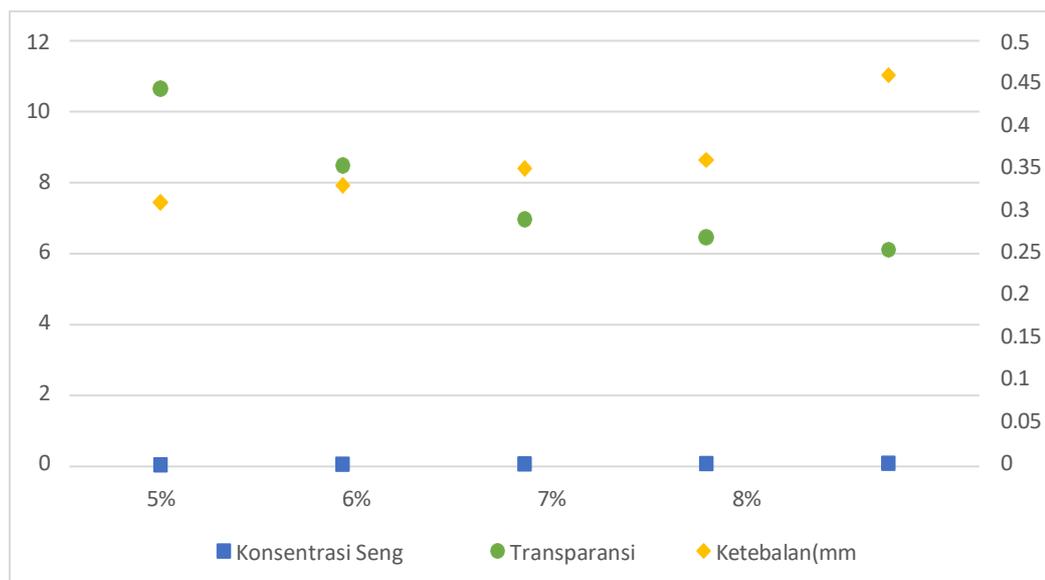
Kuat tarik dan elongasi adalah dua sifat mekanik yang penting dalam karakterisasi bioplastik yang saling berkaitan dalam menilai kinerja material tersebut. Kuat tarik (*tensile strength*) mengukur seberapa besar tegangan yang dapat ditahan oleh bioplastik sebelum putus. Semakin tinggi nilai kuat tarik, semakin kuat dan tahan material terhadap gaya tarik. Elongasi (*Elongation at break*) mengukur seberapa banyak bioplastik dapat merenggang sebelum putus. Nilai elongasi yang tinggi menunjukkan bahwa material tersebut lebih fleksibel atau dapat meregang lebih jauh sebelum putus. Nilai elongasi yang tinggi yang tinggi menunjukkan bahwa material tersebut lebih fleksibel atau dapat merenggang lebih jauh sebelum putus. Hubungan kuat tarik elongasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan kuat tarik dengan elongasi

Penambahan konsentrasi ZnO menurunkan nilai pemanjangan bioplastik. Seperti terlihat pada Grafik 2, perpanjangan berbanding terbalik dengan kekuatan tarik. Material dengan kuat tarik tinggi cenderung lebih kaku dan memiliki elongasi yang rendah, karena material lebih tahan terhadap gaya tarik tetapi kurang fleksibel. Sebaliknya bahan dengan elongasi tinggi lebih fleksibel namun cenderung memiliki kekuatan tarik lebih rendah.

Ketebalan dan transparansi merupakan dua sifat bioplastik yang saling berkaitan, terutama pada aplikasi yang memerlukan tampilan tertentu, seperti kemasan pangan atau produk lainnya yang memerlukan tampilan jernih. Ketebalan yang lebih besar berarti material tersebut lebih kuat dan lebih stabil secara mekanis. Namun hal ini juga mempengaruhi sifat optik seperti transparansi. Hubungan ketebalan dengan transparansi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik hubungan ketebalan dengan transparansi

Semakin banyak konsentrasi ZnO yang ditambahkan maka ketebalan semakin meningkat sedangkan transparansinya menurun. Ketebalan bioplastik memiliki hubungan berbanding berbalik dengan transparansi, semakin tebal bioplastik maka semakin rendah tingkat transparansinya. Hal ini disebabkan karena ketebalan yang lebih besar meningkatkan jumlah material yang harus dilewati oleh cahaya, sehingga lebih banyak cahaya yang terserap, disebar, atau dipantulkan daripada diteruskan.

Konsentrasi seng oksida berpengaruh signifikan terhadap ketebalan, kuat tarik, dan transparansi. Sebaliknya elongasi tidak menunjukkan perubahan signifikan, menunjukkan bahwa konsentrasi seng oksida (ZnO) mengubah aspek fleksibilitas. Statistik mengenai pengaruh perlakuan terhadap parameter bioplastik dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Statistik parameter bioplastik

Parameter	F Hitung	F Tabel		Pengaruh
		5%	1%	
Kuat tarik	37,02	3,05	4,89	Berpengaruh nyata
Elongasi	76,56	3,05	4,89	Berpengaruh nyata
Daya Tahan Air	31,0	3,05	4,89	Berpengaruh nyata
Ketebalan	7,28	3,05	4,89	Berpengaruh nyata
Transparansi	20,01	3,05	4,89	Berpengaruh nyata

Kuat tarik dipengaruhi secara nyata oleh penambahan konsentrasi seng oksida (F hitung 37,02), penambahan konsentrasi dapat meningkatkan interaksi antar molekul bioplastik, sehingga meningkatkan kuat tarik. Semakin banyak konsentrasi seng oksida menjadikan struktur material menjadi lebih padat. Penambahan konsentrasi seng oksida secara signifikan meningkatkan ketahanan bioplastik terhadap air (F Hitung 31,0) karena sifat hidrofobik dari partikel seng oksida yang menghalangi penetrasi air. Selain itu, semakin banyak seng oksida yang ditambahkan, ketebalan bioplastik meningkat secara nyata (F Hitung 7,28) karena partikel seng oksida menambah volume dan massa pada material, menciptakan lapisan yang lebih tebal dan padat. Namun, peningkatan ketebalan ini berdampak negatif terhadap transparansi bioplastik (F Hitung 20,01), membuat material menjadi lebih buram karena partikel seng oksida (ZnO) yang menyebarkan cahaya.

Elongasi (F hitung 76,56) juga menunjukkan pengaruh yang signifikan. Seng oksida memberikan pengaruh yang signifikan terhadap elongasi. Hal ini dikarenakan sifat seng oksida (ZnO) dapat mempengaruhi tingkat kristalinitas dari bioplastik. Penambahan ZnO dalam jumlah tertentu dapat meningkatkan kekuatan tarik dan ketahanan deformasi, tetapi jika konsentrasi seng oksida terlalu tinggi, bisa menyebabkan peningkatan kristalinitas yang berlebihan, yang bisa mengurangi fleksibilitas dan elongasi dari bioplastik, ini terjadi karena struktur yang lebih kristalin cenderung lebih kaku dan kurang mampu mengalami perubahan bentuk.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Penambahan seng oksida berpengaruh nyata terhadap kuat tarik, ketebalan, ketahanan terhadap air, elongasi, dan transparansi.
2. Bioplastik yang terbaik terdapat pada konsentrasi seng oksida 9% dengan nilai kuat tarik 8,51Mpa, elongasi 3,41%, ketebalan 0,46 mm, ketahanan air 82,9%, dan transparansi 6,11%.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. H. D., Putri, O. D., Fikriyyah, A. K., Nissa, R. C., Hidayat, S., Septiyanto, R. F., Karina, M., & Satoto, R. (2020). Harnessing the Excellent Mechanical, Barrier and Antimicrobial Properties of Zinc Oxide (ZnO) to Improve the Performance of Starch-based Bioplastic. *Polymer-Plastics Technology and Materials*, 59(12), 1259–1267. <https://doi.org/10.1080/25740881.2020.1738466>
- Adi Nugroho, A., & Baskara Katri, R. A. (2013). Kajian Pembuatan Edible Film Tapioka Dengan Pengaruh Penambahan Pektin Beberapa Jenis Kulit Pisang Terhadap Karakteristik Fisik Dan Mekanik. *Jurnal Teknosains Pangan Januari Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Sebelas Maret Jurnal Teknosains Pangan*, 2(2), 2302–2733. www.ilmupangan.fp.uns.ac.id
- Erning, I., Harijono, & Bambang, S. (2012). Characteristics of Soaked and Dried Water Yam Flour as Material for Producing Edible Paper. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 13(3), 1–8.
- Fauzi Akbar, Zulisma Anita, & Hamidah Harahap. (2013). Pengaruh Waktu Simpan Film Plastik Biodegradasi dari Pati Kulit Singkong Terhadap Sifat Mekanikalnya. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(2), 1–5.
- Genalda, M. S. S., & Udjiana, S. S. (2021). Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Pati Limbah Kulit Kentang (*Solanum Tuberosum L.*) Dengan Penambahan Filler Kalsium Silikat. *Jurnal Teknologi*

Separasi, 7(2), 2.

- Ismaya, F. C., Fithriyah, N. H., & Hendrawati, T. Y. (2020). Pembuatan dan Karakterisasi Edible Film dari Nata de Coco dan Gliserol. *Jurnal Teknologi*, 13(1), 1–8.
- Kamsiati, E., Herawati, H., & Purwani, E. Y. (2017). Potensi Pengembangan Plastik Biodegradable Berbasis Pati Sagu dan Ubikayu Di Indonesia. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 36(2), 1–10.
- Khalistyawati, S. (2016). Pengaruh Nisbah Biokomposit, ZnO dan Plasticizer Gliserol terhadap Biodegradabilitas Bioplastik Kelobot Jagung (*Zea mays* L.). *Sains Terapan*, 1–6. <http://prosiding.upgris.ac.id/index.php/snse/snse/paper/view/1029>
- Marbun, E. S. (2012). *Sintesis Bioplastik Dari Ubi Jalar Menggunakan Penguat Logam ZnO dan Penguat Alami Selulosa*.
- Nugroho, A. F. (2012). Sintesis Bioplastik Dari Pati Ubi Jalar Dengan Penguat Logam ZnO dan Penguat Alami Clay. In *Jakarta: Universitas Indonesia*.
- Nurhidayah, P., Chandra, A., Fitri, K., & Fajarwati, Y. E. (2024). Analisis Uji Biodegradasi dari Pati Kulit Singkong dengan Variasi Volume Gliserol, Selelosa Jerami Padi Dan Kitosan. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan Dan Infrastruktur*, 6, 1–8.
- Prasetya, S., Istiqomah, S. H., & Yamtana, Y. (2017). Pembuatan Bioplastik Berbahan Bonggol Pisang Dengan Penambahan Gliserol. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 8(2), 73. <https://doi.org/10.29238/sanitasi.v8i2.4>
- Rodríguez, M., Osés, J., Ziani, K., & Maté, J. I. (2006). Combined Effect Of Plasticizers and Surfactants On The Physical Properties Of Starch Based Edible Films. *Food Research International*, 39(8), 1–7.
- Siddiqi, K. S., ur Rahman, A., Tajuddin, & Husen, A. (2018). Properties of Zinc Oxide Nanoparticles and Their Activity Against Microbes. *Nanoscale Research Letters*, 13, 1–13.
- Sinaga, R. F., Ginting, G. M., Ginting, M. H., & Hasibuan, R. (2014). Pengaruh Penambahan Gliserol terhadap Sifat Kekuatan Tarik dan Pemanjangan Saat Putus Bioplastik dari Pati Umbi Talas. *Jurnal Teknik Kimia Usu*, 3(2), 1–6.
- Ulyarti, Amnesta, R., Suseno, R., & Nazarudin. (2021). Modifikasi Pati Ubi Kelapa Kuning Metode Presipitasi Menggunakan Beberapa Tingkat Suhu Serta Aplikasinya Untuk Edible Film. *AgriTECH*, 41(4), 376. <https://doi.org/10.22146/agritech.54150>
- Ulyarti, Mursyid, M., Nazarudin, N., & Situmorang, J. A. (2022). Pengaruh Konsentrasi Pati dan Jenis Pelarut Pada Modifikasi Pati Menggunakan Metode Presipitasi Terhadap Sifat Fisik Pati Uwi Putih (*Dioscorea Alata*). *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 26(1), 1–10.
- Wang, Z. L. (2008). Towards Self-Powered Nanosystems: From Nanogenerators to nanopiezotronics. *Advanced Functional Materials*, 18(22), 1–15.
- Yuliasih, I., & Raynasari, B. (2014). Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Sifat Fisik Mekanik Kemasan Plastik Ritel. *Prosiding Seminar Nasional Kultur, Karet, Dan Plastik Ke-3 Yogyakarta*, 368–379.