



SERAPAN AIR BIOKOMPOSIT *POLYVINYL ALCOHOL* (PVA) YANG DIPERKUAT *PHYTOPLANKTON*

Jeri Arikxa^{a*}, Adam Zuyyinal Adib^a, Eka Sari Wijianti^a

^aProgram Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bangka Belitung, Gang IV No.1, Balun Ijuk, Kec. Merawang, Kabupaten Bangka, Kepulauan Bangka Belitung 33172, Indonesia

*Corresponding authors at: jeriariksa@ubb.ac.id(Jeri) Tel.: +62812 6702 1627

INFO ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diajukan pada 29 Desember 2024

Direvisi pada 17 Februari 2025

Disetujui pada 25 Februari 2025

Tersedia daring pada 02 Maret 2025

Kata kunci:

Serapan Air, biokomposit, PVA, *phytoplankton*.

Keywords:

Moisture absorption, biocomposite, PVA, phytoplankton.

ABSTRAK

Penggunaan bahan alami untuk menghasilkan biokomposit ramah lingkungan telah menjadi tren dalam beberapa tahun terakhir, dengan salah satu fokus utama pada *polyvinil alkohol* (PVA). PVA dianggap sebagai pilihan potensial untuk plastik ramah lingkungan karena dapat terurai secara alami. Namun, harga PVA yang relatif tinggi mendorong pengembangan biokomposit yang diperkuat dengan serat alami untuk menurunkan biaya dan meningkatkan kekuatan. Penelitian ini mengeksplorasi penggunaan *Phytoplankton* sebagai bahan penguat dalam biokomposit PVA. *Phytoplankton*, yang kaya akan protein, dikenal sebagai bioindikator kualitas air dan memiliki potensi besar sebagai bahan baku biopolimer untuk plastik ramah lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *Phytoplankton* dapat mempengaruhi serapan air pada biokomposit. Pada PVA murni, serapan air meningkat secara konsisten dari 1,35% pada 30 menit hingga 8,90% pada 450 menit. Namun, penambahan *Phytoplankton*, baik 10 ml, 20 ml, maupun 30 ml, menyebabkan penurunan serapan air, dengan penurunan paling signifikan pada 30 ml. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin banyak penambahan *Phytoplankton*, semakin rendah kapasitas serapan air PVA. Penelitian ini memberikan wawasan baru mengenai potensi *Phytoplankton* sebagai bahan penguat biokomposit dalam pengembangan plastik ramah lingkungan yang lebih efisien dan berkelanjutan.

ABSTRACT

Environmentally friendly biocomposites made from natural resources have gained popularity recently, with polyvinyl alcohol (PVA) being one of the primary focus materials. Because PVA is biodegradable, it is regarded as a possible option for eco-friendly polymers. To save costs and boost strength, biocomposites reinforced with natural fibers are being developed in response to PVA's comparatively high price. The application of phytoplankton as a reinforcing agent in PVA biocomposites is investigated in this work. Protein-rich phytoplankton is a bioindicator of water quality and has enormous promise as a raw material for biopolymers, which are used to make eco-friendly plastics. The findings demonstrated that the water absorption of biocomposites can be impacted by the inclusion of phytoplankton. Water absorption rose steadily in pure PVA, rising from 1.35% at 30 minutes to 8.90% at 450 minutes. However, adding 10 ml, 20 ml, or 30 ml of phytoplankton resulted in a decrease in water absorption; the decline was greatest at 30 ml. This suggests that PVA's ability to absorb water decreases with the amount of phytoplankton added. This study offers fresh perspectives on the potential of phytoplankton as a reinforcing component for biocomposites in the creation of more sustainable and effective eco-friendly polymers.

1. PENGANTAR

Dalam beberapa tahun terakhir, penggunaan bahan-bahan alami dalam berbagai industri telah mengalami peningkatan yang signifikan, terutama dalam upaya mengurangi dampak lingkungan dari material berbasis plastik konvensional. Salah satu inovasi yang berkembang adalah pemanfaatan biokomposit sebagai alternatif plastik yang lebih ramah lingkungan. Biokomposit ini dikembangkan dengan memanfaatkan polimer yang dapat terurai secara alami, seperti polivinil alkohol (PVA), asam polilaktat (PLA), dan pati, yang tidak hanya berkontribusi pada pengurangan limbah plastik tetapi juga lebih aman bagi lingkungan (Abral, Ariksa, Mahardika, Handayani, Aminah, Sandrawati, Sapuan, dkk., 2020). Penggunaan biopolimer ini selaras dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya keberlanjutan dalam industri material, terutama di sektor kemasan, tekstil, dan biomedis. Seiring dengan perkembangan teknologi dan penelitian dalam bidang material, PVA kini dianggap sebagai salah satu kandidat utama dalam pembuatan plastik ramah lingkungan karena sifatnya yang dapat terbiodegradasi serta kemampuannya membentuk film dengan sifat mekanik yang baik (Ariksa dkk., 2023). Namun, kendala utama dalam penerapan luas PVA adalah harganya yang relatif tinggi dibandingkan dengan polimer sintesis lainnya. Oleh karena itu, berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengatasi tantangan ini, salah satunya dengan mengombinasikan PVA dengan serat alami guna memperkuat struktur biokomposit sekaligus mengurangi biaya produksi. Inovasi ini telah dikaji oleh beberapa peneliti, termasuk (Turng, Sabo, dan Clemons 2012), yang menemukan bahwa penambahan serat alami tidak hanya meningkatkan kekuatan mekanik material, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan sifat biodegradabilitasnya. Dengan demikian, penggunaan biokomposit berbasis PVA yang diperkuat serat alami berpotensi menjadi solusi yang lebih berkelanjutan dalam pengembangan material plastik masa depan.

Sejalan dengan temuan penelitian sebelumnya, penggunaan biokomposit yang diperkuat dengan bahan alami berbasis protein telah menjadi solusi inovatif dalam produksi plastik ramah lingkungan (Kumari dkk., 2021). Biokomposit ini menawarkan keunggulan unik karena memanfaatkan sumber daya alami yang melimpah dan berkelanjutan, seperti serat nabati atau protein dari berbagai sumber biologis. Sifat alami dari bahan-bahan ini memungkinkan produksi plastik yang lebih aman bagi lingkungan serta mengurangi ketergantungan terhadap polimer sintesis berbasis fosil. Selain itu, penggunaan biokomposit berbasis protein juga dapat meningkatkan sifat mekanik dan fungsional dari material plastik yang dihasilkan, menjadikannya lebih kompetitif dalam berbagai aplikasi industri, mulai dari kemasan hingga produk biomedis. Keunggulan utama dari serat alami berbasis protein adalah harganya yang lebih ekonomis dibandingkan dengan bahan sintesis, sehingga memungkinkan produksi dalam skala besar dengan biaya yang lebih rendah. Selain itu, sifatnya yang terbarukan menjadikannya sebagai pilihan yang lebih berkelanjutan, karena dapat diperoleh dari sumber daya alam yang dapat diperbarui tanpa menyebabkan eksploitasi berlebihan. Tidak hanya itu, bahan ini juga memiliki potensi daur ulang yang tinggi, baik secara penuh maupun sebagian, yang sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular dalam upaya mengurangi limbah plastik. Keunggulan lainnya adalah kemampuannya untuk terurai secara hayati dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan plastik konvensional, sehingga tidak meninggalkan residu berbahaya yang mencemari lingkungan. Dengan demikian, biokomposit berbasis protein tidak hanya menjadi alternatif yang lebih ramah lingkungan, tetapi juga memiliki potensi besar dalam mendukung transformasi industri menuju material yang lebih berkelanjutan dan bertanggung jawab terhadap lingkungan.

Selain itu, bahan-bahan alami ini berasal dari ekosistem yang luas dan beragam, mencakup tanaman, alga, serta berbagai organisme lain yang dapat dengan mudah ditemukan di berbagai wilayah. Keanekaragaman sumber daya ini memberikan fleksibilitas dalam pemilihan bahan baku untuk produksi biokomposit, sehingga tidak terbatas pada satu jenis material tertentu. Banyak dari sumber alami ini, seperti tanaman berserat atau protein dari limbah agroindustri, memiliki siklus pertumbuhan yang cepat, memungkinkan ketersediaannya dalam jumlah besar tanpa risiko eksploitasi berlebihan. Dengan tingkat regenerasi yang tinggi, sumber daya ini dapat diperbarui dalam waktu yang relatif singkat, menjadikannya alternatif yang lebih berkelanjutan dibandingkan dengan bahan sintesis berbasis fosil yang membutuhkan jutaan tahun untuk terbentuk kembali (Wittaya 2012). Dengan karakteristik tersebut, pemanfaatan biokomposit berbasis protein tidak hanya berkontribusi dalam mengurangi pencemaran plastik yang semakin mengkhawatirkan, tetapi juga membuka peluang besar bagi perkembangan industri yang lebih ramah lingkungan. Industri plastik konvensional yang selama ini bergantung pada bahan baku non-terbarukan dapat bertransformasi menuju pendekatan yang lebih berkelanjutan dengan mengadopsi biokomposit berbasis sumber daya alam terbarukan. Selain itu, pengembangan material berbasis protein dapat mendorong inovasi dalam berbagai sektor, termasuk kemasan ramah lingkungan, produk biomedis, serta material konstruksi yang lebih aman bagi lingkungan. Dengan semakin meningkatnya kesadaran akan pentingnya ekonomi sirkular dan keberlanjutan, biokomposit berbasis protein dapat menjadi solusi strategis yang tidak hanya mengatasi masalah limbah plastik, tetapi juga menciptakan nilai tambah dalam pengelolaan sumber daya alam secara bijaksana.

Penelitian ini berfokus pada pengembangan penggunaan *Phytoplankton* sebagai bahan penguat dalam biokomposit berbasis PVA, yang berpotensi menjadi solusi inovatif dalam pembuatan plastik ramah lingkungan. Pemanfaatan *Phytoplankton* dalam biokomposit menawarkan pendekatan baru dalam mengembangkan material yang lebih berkelanjutan, terutama karena ketersediaannya yang melimpah di perairan alami. Sebagai organisme mikroalga yang berperan penting dalam ekosistem akuatik, *Phytoplankton* tidak hanya berfungsi sebagai bioindikator kualitas air tetapi juga memiliki nilai tambah sebagai sumber biomaterial yang dapat dimanfaatkan dalam industri hijau (Rasyid, Purnama, dan Kusuma 2018). Keberadaannya yang mudah ditemukan di permukaan air memudahkan proses pengumpulan dan pemantauan, sehingga mendukung potensi penggunaannya sebagai bahan baku dalam pembuatan biokomposit. Selain perannya dalam ekosistem, *Phytoplankton* juga memiliki kandungan protein yang cukup tinggi, menjadikannya bahan yang potensial untuk dikembangkan lebih lanjut dalam berbagai aplikasi. Protein yang terkandung dalam *Phytoplankton* dapat berperan sebagai agen pembentuk struktur dalam biokomposit, meningkatkan sifat mekanik dan fungsional dari material yang dihasilkan. Seiring dengan meningkatnya minat terhadap pemanfaatan sumber daya laut sebagai bahan baku biopolimer, *Phytoplankton* menjadi salah satu kandidat unggulan dalam pengembangan material berbasis protein dan polisakarida. Senyawa alami ini memiliki keunggulan dalam hal biodegradabilitas dan kompatibilitas lingkungan, sehingga berkontribusi pada pengurangan ketergantungan terhadap plastik sintesis berbasis fosil. Dengan demikian, integrasi *Phytoplankton* dalam biokomposit PVA tidak hanya menawarkan solusi inovatif dalam pembuatan plastik ramah lingkungan, tetapi juga mendorong pemanfaatan sumber daya laut secara lebih optimal dalam industri berbasis keberlanjutan.

Biopolimer yang dihasilkan dari *Phytoplankton* memiliki sejumlah sifat unggul yang menjadikannya sangat cocok untuk digunakan dalam berbagai aplikasi ramah lingkungan, terutama dalam industri kemasan. Sifat biokompatibilitas, yang memastikan bahwa biopolimer ini aman digunakan dalam kontak langsung dengan makanan, serta biodegradabilitas yang memungkinkan material ini terurai dengan mudah tanpa meninggalkan polutan berbahaya, menjadikannya alternatif yang sangat menarik dibandingkan dengan plastik konvensional yang membutuhkan waktu ratusan tahun untuk terurai. Selain itu, *Phytoplankton* juga memiliki sifat non-toksikitas, yang menjadikannya bahan yang tidak berbahaya bagi manusia maupun lingkungan, menjadikannya pilihan yang sangat tepat dalam pembuatan kemasan makanan yang tidak hanya aman tetapi juga lebih ramah lingkungan (Mahmud, Islam, dan Tahergerabi 2021). Keunggulan-keunggulan tersebut menjadikan *Phytoplankton* sebagai bahan alami yang sangat menjanjikan untuk aplikasi lebih lanjut dalam pembuatan plastik ramah lingkungan, membuka peluang besar untuk menggantikan plastik berbasis *petrochemical* yang lebih berbahaya. Namun, meskipun memiliki banyak potensi, masih diperlukan riset lanjutan untuk memahami lebih dalam karakteristik biokomposit berbasis *Phytoplankton*, terutama dalam hal kekuatan mekanik, ketahanan terhadap kelembapan, dan stabilitasnya dalam berbagai kondisi lingkungan. Penelitian ini penting untuk memastikan

bahwa biopolimer yang dihasilkan dapat memenuhi kebutuhan industri plastik tanpa mengorbankan kualitas dan fungsi material. Dengan hasil penelitian yang mendalam, diharapkan dapat ditemukan alternatif yang efektif untuk mengatasi masalah pencemaran plastik yang sulit terurai dan memberikan solusi yang lebih berkelanjutan bagi lingkungan. Pemanfaatan *Phytoplankton* dalam industri plastik juga berpotensi mendorong transformasi besar dalam pembuatan material yang lebih ramah lingkungan, yang akhirnya akan mengurangi dampak buruk plastik terhadap ekosistem global.

2. METODE

2.1 Penyiapan matriks PVA (*Polyvinyl Alcohol*)

PVA diproduksi melalui proses polimerisasi vinil asetat, yang menghasilkan *polyvinyl acetate* (PVAc). PVAc ini kemudian mengalami proses hidrolisis untuk mengubahnya menjadi PVA. Kualitas PVA yang digunakan secara komersial sangat dipengaruhi oleh derajat hidrolisis, yang idealnya harus lebih dari 98,5%. Tingkat hidrolisis yang tinggi ini berpengaruh pada sifat kimia PVA, seperti kelarutan dan kristalinitasnya. Sebagai contoh, semakin tinggi derajat hidrolisis, semakin rendah kelarutan PVA dalam air, yang mempengaruhi kemampuan PVA untuk larut dengan baik dalam berbagai aplikasi (Hassan dan Peppas 2000).

Untuk memproduksi matriks PVA, air suling digunakan sebagai pelarut dengan perbandingan 1:10, yang berarti satu bagian PVA dicampur dengan sepuluh bagian air suling. Perbandingan ini sangat penting untuk menghasilkan larutan dengan konsentrasi yang tepat. Pencampuran dilakukan menggunakan pengaduk magnetik dengan kecepatan 500 rpm pada suhu 80°C selama dua jam untuk memastikan PVA larut secara homogen. Setelah larutan tercampur dengan baik, matriks PVA dicetak menggunakan cawan petri atau wadah lain yang sesuai. Proses selanjutnya adalah pengeringan matriks PVA di dalam oven pada suhu 50°C selama 20 jam. Pengeringan yang dilakukan dengan cara yang lambat dan pada suhu rendah bertujuan untuk mencegah terjadinya deformasi atau retak pada matriks PVA yang dapat mengurangi kualitas material tersebut.

2.2 Penyiapan Penguat *Phytoplankton* (PP)

Bubuk *Phytoplankton* yang diproduksi oleh Polaris akan digunakan sebagai bahan penguat dalam matriks PVA, dengan tujuan meningkatkan kekuatan dan kestabilan biokomposit yang dihasilkan. Untuk mencapai distribusi yang merata dan homogen, proses pencampuran dilakukan menggunakan alat pengaduk magnetik yang dilengkapi dengan pemanas. Sebelum bahan penguat tersebut dicampurkan, *Phytoplankton* terlebih dahulu disuspensikan dalam larutan untuk memastikan bahwa partikel *Phytoplankton* tidak menggumpal. Proses suspensifikasi ini sangat penting karena memungkinkan bahan penguat tersebar secara merata dalam larutan, yang akan meningkatkan kualitas dan konsistensi material akhir. Selain itu, suspensi yang baik mengurangi kemungkinan terbentuknya aglomerasi atau gumpalan yang dapat mempengaruhi homogenitas biokomposit, sehingga hasil yang diperoleh memiliki distribusi bahan penguat yang optimal. Penggunaan pengaduk magnetik dengan pemanas memungkinkan pencampuran terjadi pada suhu yang terkendali, yang berperan penting dalam memastikan bahwa bahan-bahan dalam matriks PVA dan *Phytoplankton* larut dan tercampur secara efisien. Suhu yang tepat juga mendukung proses pelarutan yang lebih cepat dan distribusi yang lebih merata, sehingga mempercepat proses pembuatan biokomposit yang memiliki sifat mekanik yang optimal. Pemanas pada pengaduk magnetik membantu mengatur suhu yang diperlukan untuk menciptakan kondisi ideal bagi pencampuran dan pemrosesan matriks, serta mencegah pembentukan gelembung udara atau ketidakteraturan dalam material. Dengan teknik pencampuran ini, diharapkan dapat diperoleh biokomposit berbasis PVA yang kuat, stabil, dan memiliki performa tinggi untuk aplikasi lebih lanjut, seperti dalam pembuatan plastik ramah lingkungan yang tahan lama dan mudah terurai.

2.3 Penyiapan Biokomposit

Phytoplankton ditambahkan ke dalam larutan PVA terlarut sebanyak 100 ml dengan berbagai variasi konsentrasi, yakni 10 ml, 20 ml, dan 30 ml, untuk menentukan pengaruh jumlah bahan penguat terhadap sifat mekanik dan fungsional biokomposit yang dihasilkan. Variasi ini bertujuan untuk mengeksplorasi konsentrasi optimal yang dapat memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan kekuatan dan kestabilan biokomposit PVA. Setelah *Phytoplankton* ditambahkan ke dalam larutan PVA, campuran biokomposit tersebut diproses menggunakan teknik pengecoran larutan, yaitu dengan menuangkan campuran ke dalam cawan petri yang telah disiapkan sebelumnya. Teknik pengecoran ini memungkinkan material untuk membentuk lapisan tipis yang merata, yang kemudian akan mengeras dan membentuk film biokomposit setelah proses pengeringan.

Setelah penguatan selesai, campuran biokomposit PVA/*Phytoplankton* yang telah terisi dalam cawan petri dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 20 jam (Abral, Ariksha, Mahardika, Handayani, Aminah, Sandrawati, Sugiarti, dkk., 2020). Proses pengeringan ini bertujuan untuk menguapkan pelarut yang ada dalam larutan PVA, sehingga membentuk lapisan biokomposit yang padat dan stabil. Suhu pengeringan yang dikontrol ini penting untuk menghindari kerusakan atau perubahan sifat fisik dari PVA dan *Phytoplankton*, serta memastikan bahwa film biokomposit yang dihasilkan memiliki ketahanan dan kekuatan yang optimal. Setelah proses pengeringan selesai, biokomposit PVA/*Phytoplankton* yang telah keras dapat dilanjutkan untuk tahap pengujian lebih lanjut pengujian seperti, uji serapan air, untuk mengevaluasi potensi dan aplikasinya sebagai bahan plastik ramah lingkungan.

2.4 Pengujian Serapan Air (*Moisture Absorption*)

Pengujian serapan air pada spesimen film biokomposit dilakukan untuk menentukan sejauh mana material tersebut mampu menyerap uap air dalam kondisi tertentu, yang merupakan faktor penting dalam menilai kestabilan dan daya tahan material terhadap kelembapan. Serapan air yang tinggi dapat menyebabkan perubahan sifat mekanik, degradasi, atau bahkan penurunan kinerja film biokomposit (Nzimande dkk., 2024), terutama jika digunakan dalam aplikasi yang memerlukan ketahanan terhadap air. Oleh karena itu, pengujian ini menjadi krusial dalam mengevaluasi kelayakan material sebelum diterapkan dalam berbagai bidang, seperti kemasan ramah lingkungan, biomedis, atau industri lainnya. Untuk mendapatkan data yang akurat dan dapat diandalkan, proses pengujian dilakukan dengan lima kali pengulangan pada setiap sampel. Pengulangan ini bertujuan untuk mengurangi kemungkinan kesalahan eksperimen serta memastikan konsistensi hasil yang diperoleh. Metode yang digunakan dalam pengujian ini mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Agarwal (Abral dkk., 2018), yang telah terbukti efektif dalam mengukur serapan air pada material sejenis. Prosedur pengujian dimulai dengan memotong spesimen film bionanokomposit dengan ukuran standar 1 × 1,5 cm guna memastikan keseragaman dalam setiap sampel yang diuji. Setelah pemotongan, spesimen ditimbang menggunakan timbangan digital analitik untuk mendapatkan data massa awal yang

presisi. Selanjutnya, spesimen dikeringkan dalam oven pada suhu tertentu hingga mencapai massa yang konstan, yang kemudian dicatat sebagai berat awal (W_o). Langkah ini penting untuk menghilangkan kadar air awal dalam spesimen agar hasil pengujian benar-benar mencerminkan kemampuan material dalam menyerap uap air dari lingkungannya.

Setelah spesimen dikeringkan dan berat awalnya (W_o) dicatat, spesimen kemudian ditempatkan pada kawat dalam wadah berisi air untuk menciptakan kondisi dengan kelembapan relatif (RH) sebesar 75% pada suhu sekitar 25°C. Pengaturan ini bertujuan untuk menyerupai kondisi lingkungan yang memungkinkan spesimen menyerap uap air secara bertahap tanpa terendam langsung dalam air. Dengan meletakkan spesimen di atas kawat, kontak langsung dengan air dapat dihindari, sehingga proses penyerapan yang terjadi benar-benar berasal dari uap air di sekitarnya, bukan akibat perendaman. Hal ini penting dalam mengkaji mekanisme penyerapan uap air pada film bionanokomposit serta memahami bagaimana material tersebut bereaksi terhadap kelembapan di lingkungan nyata. Penimbangan spesimen dilakukan secara berkala setiap 30 menit selama total 9 jam (540 menit) guna mendapatkan data yang lebih rinci mengenai laju penyerapan air dalam rentang waktu tertentu. Massa spesimen yang diperoleh dalam setiap sesi penimbangan dicatat sebagai berat akhir (W_t), yang kemudian digunakan untuk menghitung persentase serapan uap air dengan rumus $[(W_t - W_o) / W_o] \times 100\%$ sebagaimana dikemukakan oleh (Abral dkk., 2014). Perhitungan ini memberikan gambaran kuantitatif mengenai jumlah uap air yang berhasil diserap oleh material. Hasil pengukuran ini sangat penting dalam menilai karakteristik penyerapan air dari film biokomposit, yang pada akhirnya dapat mempengaruhi sifat mekanik, ketahanan, serta potensi aplikasinya dalam berbagai kondisi lingkungan. Misalnya, dalam aplikasi kemasan pangan atau bahan biomedis, kemampuan material dalam menyerap atau menahan kelembapan akan sangat menentukan efektivitas dan masa pakainya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

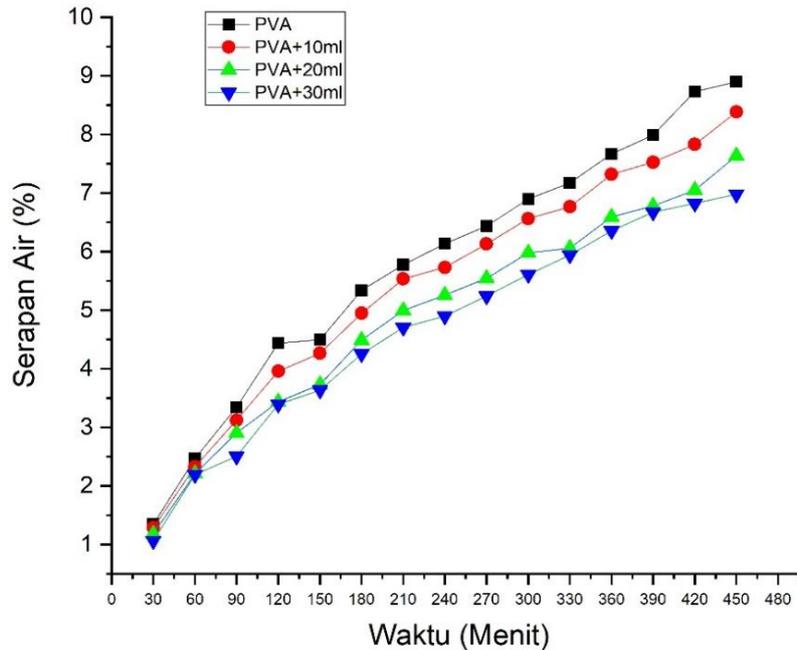
3.1 Uji Serapan air (*Moisture Absorption*)

Pada Tabel 1 di bawah ini, disajikan hasil pengujian serapan air pada PVA murni serta PVA yang dipadukan dengan *Phytoplankton* dengan variasi penambahan 10 ml, 20 ml, dan 30 ml. Pengujian serapan air ini dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan PVA dalam menyerap uap air serta untuk melihat pengaruh penambahan *Phytoplankton* terhadap sifat serapan air biokomposit yang dihasilkan. Setiap spesimen diuji dengan lima pengulangan untuk memastikan keakuratan hasil dan mengurangi variabilitas yang mungkin terjadi. Proses pengujian dimulai dengan waktu awal pengukuran 30 menit dan dilakukan secara berkala hingga 450 menit. Pengukuran dilakukan pada interval waktu tertentu untuk melihat perubahan massa spesimen yang disebabkan oleh penyerapan uap air, yang kemudian dihitung untuk menentukan persentase serapan air pada setiap waktu pengukuran. Hasil yang tercatat dalam tabel tersebut menunjukkan variasi serapan air yang terjadi pada masing-masing sampel, baik itu pada PVA murni maupun PVA yang ditambahkan *Phytoplankton*. Dengan melihat hasil pengujian ini, dapat dianalisis pengaruh jumlah *Phytoplankton* terhadap kapasitas serapan air biokomposit, yang berpotensi mempengaruhi karakteristik fisik dan fungsional material tersebut. Penambahan *Phytoplankton* diharapkan dapat meningkatkan kemampuan biokomposit dalam menyerap air, mengingat sifat alami *Phytoplankton* yang mungkin mendukung peningkatan kekuatan ikatan antara molekul air dan matriks polimer. Hasil pengujian ini sangat penting untuk menentukan efektivitas *Phytoplankton* sebagai bahan penguat dan untuk memahami potensi biokomposit PVA/*Phytoplankton* dalam aplikasi yang memerlukan pengendalian kelembapan atau interaksi dengan air.

Tabel 1: Uji Serapan Air (*Moisture Absorption*)

Waktu (Menit)	PVA (%)	PVA+10ml (%)	PVA+20ml (%)	PVA+30ml (%)
30	1,35	1,29	1,18	1,07
60	2,47	2,33	2,21	2,20
90	3,34	3,12	2,91	2,51
120	4,44	3,96	3,44	3,39
150	4,49	4,27	3,73	3,64
180	5,34	4,95	4,49	4,25
210	5,78	5,53	5,00	4,70
240	6,13	5,73	5,26	4,90
270	6,44	6,13	5,55	5,24
300	6,90	6,57	5,98	5,61
330	7,18	6,77	6,06	5,94
360	7,67	7,32	6,59	6,35
390	7,99	7,53	6,78	6,67
420	8,73	7,83	7,05	6,83
450	8,90	8,38	7,64	6,98

Pada gambar di bawah ini menunjukkan Grafik dari tabel 1 yang lebih menjelaskan keunggulan penambahan suspensi *Phytoplankton* pada PVA.



Gambar 1: Grafik Pengujian Serapan Air (*Moisture Absorption*)

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 1, kita akan melakukan analisis mendalam mengenai serapan air, dengan fokus pada perbandingan perubahan persentase serapan air pada setiap variasi selama rentang waktu pengujian, yang berlangsung dari 30 menit hingga 450 menit. Serapan air pada setiap sampel mengacu pada sejauh mana sampel mampu menyerap air selama waktu pengujian. Dalam analisis ini, kita akan mengamati bagaimana serapan air berkembang seiring waktu untuk masing-masing kondisi: PVA murni, PVA yang ditambah 10 ml *Phytoplankton*, PVA yang ditambah 20 ml *Phytoplankton*, dan PVA yang ditambah 30 ml *Phytoplankton*. Secara umum, serapan air pada setiap sampel menunjukkan kecenderungan untuk meningkat seiring dengan bertambahnya waktu pengujian, yang mengindikasikan bahwa lebih banyak air terserap ketika waktu pengamatan lebih lama. Hal ini sesuai dengan fenomena umum dalam pengujian serapan air, dimana material memiliki waktu lebih banyak untuk berinteraksi dengan air dan menyerapnya. Namun, perbedaan serapan air antar sampel memberikan gambaran menarik tentang pengaruh penambahan *Phytoplankton*. Kita dapat membandingkan seberapa besar penurunan atau perubahan serapan air yang terjadi ketika volume *Phytoplankton* ditambahkan ke dalam matriks PVA. Penurunan atau perubahan dalam laju serapan air ini mungkin mengindikasikan perbedaan sifat hidrofobitas atau kemampuan material untuk berinteraksi dengan air, yang dipengaruhi oleh keberadaan *Phytoplankton* sebagai bahan penguat. Dengan menganalisis perbedaan ini, kita dapat menarik kesimpulan mengenai pengaruh penambahan *Phytoplankton* terhadap kinerja biokomposit PVA dalam hal ketahanan terhadap kelembapan dan kemampuan serapan airnya.

Pada PVA murni, persentase serapan air meningkat secara konsisten seiring dengan waktu pengujian, dimulai dari 1,35% pada 30 menit dan meningkat hingga 8,90% pada 450 menit. Kenaikan yang bertahap ini menunjukkan bahwa PVA murni secara perlahan menyerap lebih banyak air seiring berjalannya waktu, yang merupakan karakteristik umum dari material yang memiliki kemampuan untuk berinteraksi dengan air. Serapan air yang semakin meningkat ini juga mengindikasikan bahwa PVA murni memiliki kemampuan untuk menarik dan menahan air dalam jumlah yang cukup besar dalam jangka waktu yang lama. Pada PVA yang ditambahkan 10 ml *Phytoplankton*, serapan air dimulai pada 1,29% pada 30 menit dan naik menjadi 8,38% pada 450 menit. Meskipun ada penurunan kecil dibandingkan dengan PVA murni, perbedaan antara keduanya tidak terlalu signifikan, menunjukkan bahwa penambahan *Phytoplankton* dalam jumlah tersebut hanya memberikan dampak yang relatif kecil terhadap kemampuan PVA dalam menyerap air. Selanjutnya, pada PVA yang ditambahkan 20 ml *Phytoplankton*, serapan air mulai pada 1,18% pada 30 menit dan meningkat menjadi 7,64% pada 450 menit. Penurunan serapan air yang lebih jelas terlihat pada campuran ini, yang menunjukkan bahwa penambahan *Phytoplankton* dalam jumlah yang lebih banyak cenderung mengurangi kemampuan PVA untuk menyerap air, meskipun perbedaannya masih cukup kecil. Pada penambahan 30 ml *Phytoplankton*, serapan air dimulai pada 1,07% pada 30 menit dan meningkat menjadi 6,98% pada 450 menit. Ini menunjukkan penurunan serapan air paling signifikan dibandingkan dengan ketiga campuran lainnya, yang dapat menunjukkan bahwa penambahan volume *Phytoplankton* yang lebih tinggi mengurangi kemampuan PVA untuk menyerap air, mungkin karena interaksi antara *Phytoplankton* dan PVA yang mempengaruhi struktur atau porositas material, sehingga menghambat penyerapan air yang lebih efektif. Penurunan serapan air ini menjadi penting untuk dievaluasi lebih lanjut, karena dapat mempengaruhi performa biokomposit dalam aplikasi yang membutuhkan ketahanan terhadap kelembapan.

Semua sampel dalam pengujian menunjukkan pola kenaikan yang konsisten dalam serapan air seiring berjalannya waktu, yang mengindikasikan bahwa masing-masing material menyerap air secara bertahap. Namun, PVA murni memiliki serapan air yang paling tinggi dibandingkan dengan sampel yang mengandung *Phytoplankton*, baik yang ditambahkan 10 ml, 20 ml, maupun 30 ml. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan *Phytoplankton* cenderung mengurangi kemampuan PVA untuk menyerap air. Semakin banyak volume *Phytoplankton* yang ditambahkan ke dalam matriks PVA, semakin rendah tingkat serapan air yang tercatat pada sampel tersebut. Berdasarkan data yang diperoleh, PVA yang ditambahkan 30 ml *Phytoplankton* menunjukkan serapan air paling rendah di antara semua sampel lainnya, dengan nilai yang lebih rendah secara signifikan dibandingkan dengan PVA murni dan sampel dengan penambahan 10 ml atau 20 ml *Phytoplankton*. Penurunan serapan air ini mungkin mengindikasikan bahwa penambahan volume *Phytoplankton* yang lebih besar dapat mempengaruhi struktur atau sifat porositas material, yang pada gilirannya mengurangi kapasitasnya untuk menyerap air. Penambahan *Phytoplankton* dalam

jumlah yang lebih banyak dapat memperkuat matriks polimer, namun hal ini mungkin juga menyebabkan berkurangnya ruang atau kemampuan untuk menyerap air, atau bahkan mengubah interaksi antara molekul PVA dan air. Oleh karena itu, temuan ini mengarah pada pemahaman bahwa meskipun *Phytoplankton* dapat memperkuat biokomposit, penambahan jumlah yang berlebihan dapat mengurangi kemampuan material untuk menyerap kelembapan, yang perlu dipertimbangkan dalam aplikasi biokomposit berbasis PVA untuk pengendalian kelembapan atau ketahanan terhadap air.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa serapan air pada setiap sampel terus meningkat seiring bertambahnya waktu pengamatan, yang menandakan bahwa bahan tersebut memiliki kemampuan untuk menyerap air yang terus berkembang seiring berjalannya waktu. Dalam hal ini, PVA murni menunjukkan peningkatan serapan air yang konsisten, dimulai dari 1,35% pada pengamatan setelah 30 menit, dan secara bertahap meningkat hingga mencapai 8,90% pada pengamatan pada 450 menit. Hal ini mengindikasikan bahwa PVA murni memiliki kapasitas yang relatif stabil untuk menyerap air selama periode waktu tersebut, dengan laju penyerapan yang lebih tinggi seiring berjalannya waktu. Namun, ketika *Phytoplankton* ditambahkan ke dalam campuran PVA, terlihat adanya penurunan kemampuan serapan air jika dibandingkan dengan PVA murni. Penambahan 10 ml *Phytoplankton* hanya menyebabkan penurunan serapan air yang kecil, namun penambahan 20 ml dan 30 ml *Phytoplankton* menghasilkan penurunan yang lebih signifikan. Terutama, pada sampel PVA yang mengandung 30 ml *Phytoplankton*, serapan air yang tercatat adalah 6,98% pada 450 menit, yang merupakan angka terendah di antara semua sampel. Penurunan ini mengindikasikan bahwa penambahan *Phytoplankton* dalam jumlah yang lebih besar dapat mempengaruhi kemampuan PVA untuk menyerap air. Fenomena ini menunjukkan bahwa semakin banyak volume *Phytoplankton* yang ditambahkan, semakin rendah kemampuan PVA untuk menyerap air. Hal ini mungkin disebabkan oleh interaksi antara PVA dan *Phytoplankton* yang dapat mengurangi ketersediaan ruang untuk penyerapan air, atau perubahan struktur bahan yang menghambat kemampuan hidrasi. Penurunan ini menyarankan bahwa penambahan *Phytoplankton* dalam jumlah yang lebih besar perlu dipertimbangkan dengan hati-hati, karena dapat mempengaruhi kemampuan serapan air dari campuran tersebut, yang penting untuk berbagai aplikasi material yang membutuhkan sifat serapan air yang tinggi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terima kasih atas bantuan dana dari Universitas Bangka Belitung melalui LPPM yang telah memberikan bantuan dana pada Program Peneliti Muda Tahun 2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Abral, H., D. Kadriadi, A. Rodianus, P. Mastariyanto, Ilhamdi, S. Arief, S. M. Sapuan, dan M. R. Ishak. 2014. "Mechanical properties of water hyacinth fibers - polyester composites before and after immersion in water." *Materials and Design*. doi: 10.1016/j.matdes.2014.01.043.
- Abral, Hairul, Jeri Ariksa, Melbi Mahardika, Dian Handayani, Ibtisamatul Aminah, Neny Sandrawati, S. M. Sapuan, dan R. A. Ilyas. 2020. "Highly transparent and antimicrobial PVA based bionanocomposites reinforced by ginger nanofiber." *Polymer Testing* 81:106186. doi: 10.1016/j.polymertesting.2019.106186.
- Abral, Hairul, Jeri Ariksa, Melbi Mahardika, Dian Handayani, Ibtisamatul Aminah, Neny Sandrawati, Eni Sugiarti, Ahmad Novi Muslimin, dan Santi Dewi Rosanti. 2020. "Effect of heat treatment on thermal resistance, transparency and antimicrobial activity of sonicated ginger cellulose film." *Carbohydrate Polymers* 240(January):116287. doi: 10.1016/j.carbpol.2020.116287.
- Abral, Hairul, Angga Hartono, Fadli Hafizulhaq, Dian Handayani, Eni Sugiarti, dan Obert Pradipta. 2018. "Characterization of PVA/cassava starch biocomposites fabricated with and without sonication using bacterial cellulose fiber loadings." *Carbohydrate Polymers*. doi: 10.1016/j.carbpol.2018.11.054.
- Ariksa, J., E. S. Wijianti, Y. Setiawan, dan Saparin. 2023. "Mechanical properties Of Biocomposite Based On PVA Reinforced *Phytoplankton* For eco-friendly materials." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1267(1). doi: 10.1088/1755-1315/1267/1/012067.
- Hassan, Christie M., dan Nikolaos A. Peppas. 2000. "Structure and morphology of freeze/thawed PVA hydrogels." *Macromolecules* 33(7):2472–79. doi: 10.1021/ma9907587.
- Kumari, Neha, Sneha Punia Bangar, Michal Petrů, R. A. Ilyas, Ajay Singh, dan Pradyuman Kumar. 2021. "Development and characterization of fenugreek protein-based edible film." *Foods* 10(9):1–13. doi: 10.3390/foods10091976.
- Mahmud, Niaz, Joinul Islam, dan Reza Tahergorabi. 2021. *Marine biopolymers: Applications in food packaging*. Vol. 9.
- Nzimande, Monwabisi Cyril, Asanda Mtibe, Shepherd Tichapondwa, dan Maya Jacob John. 2024. "A Review of Weathering Studies in Plastics and Biocomposites—Effects on Mechanical Properties and Emissions of Volatile Organic Compounds (VOCs)." *Polymers* 16(8). doi: 10.3390/polym16081103.
- Rasyid, Harun Al, Dewi Purnama, dan Aradea Bujana Kusuma. 2018. "Pemanfaatan Fitoplankton Sebagai Bioindikator Kualitas Air Di Perairan Muara Sungai Hitam Kabupaten Bengkulu Tengah Provinsi Bengkulu." *Jurnal Enggano* 3(1):39–51. doi: 10.31186/jenggano.3.1.39-51.

-
- Turng, Yottha Srithep Lih-sheng, Ronald Sabo, dan Craig Clemons. 2012. "Nanofibrillated cellulose (NFC) reinforced polyvinyl alcohol (PVOH) nanocomposites : properties , solubility of carbon dioxide , and foaming." 1209–23. doi: 10.1007/s10570-012-9726-0.
- Wittaya, Thawien. 2012. "Protein-based edible films: Characteristics and improvement of properties." Hal. 43 in *Structure and function of food engineering*.
- Won, Jong Sung, Ji Eun Lee, Da Young Jin, dan Seung Goo Lee. 2015. "Mechanical Properties and Biodegradability of the Kenaf/Soy Protein Isolate-PVA Biocomposites." *International Journal of Polymer Science* 2015. doi: 10.1155/2015/860617.