PENGEMBANGAN FILM KOMPOSIT POLIVINIL ALKOHOL/PATI-ANTOSIANIN-TiO2 SEBAGAI SENSOR pH UNTUK KEMASAN
CERDAS
Dwi Atika Sari, Prof. Drs. Dwi Siswanta, M.Eng., Ph.D.;Prof. Drs. Roto, M.Eng., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

PENGEMBANGAN FILM KOMPOSIT POLIVINIL ALKOHOL/PATI-ANTOSIANIN-TiO_2 SEBAGAI SENSOR pH UNTUK KEMASAN CERDAS

Dwi Atika Sari
24/537253/PPA/06785

INTISARI

Pada penelitian ini film komposit polivinil alkohol (PVA)/pati-antosianin-TiO_2 (PPAT) disiapkan sebagai kemasan cerdas pendeteksi kesegaran udang. Antosianin ekstrak kubis ungu dimanfaatkan sebagai indikator pH yang mampu memberikan respon perubahan warna terhadap peningkatan pH akibat terbentuknya senyawa basa nitrogen volatil selama proses pembusukan udang berlangsung. Nanopartikel TiO_2 ditambahkan untuk meningkatkan sifat fisik, mekanik, dan optik film komposit serta memberikan aktivitas antibakteri. Optimasi dilakukan dengan memvariasikan rasio massa PVA:pati (4:0, 3:1, 2:2, 1:3, dan 0:4) serta jumlah nanopartikel TiO_2 yang ditambahkan (5%, 10%, dan 15% dari total massa polimer) untuk memperoleh formulasi film komposit dengan karakteristik yang optimum.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa film komposit dengan perbandingan PVA:pati sebesar 2:2 memiliki elastisitas baik dan *swelling* yang moderat, sebesar 52,9%. Pembentukan gugus ester mengonfirmasi terjadinya ikatan silang dalam matriks polimer. Analisis SEM-EDX menunjukkan bahwa nanopartikel TiO_2 telah berhasil terinkorporasi ke dalam matriks. Terjadi peningkatan ketahanan film komposit terhadap air, peningkatan kuat tarik, serta peningkatan diameter zona hambat terhadap bakteri Gram-positif dan Gram-negatif setelah penambahan nanopartikel TiO_2. Hal tersebut menandakan bahwa nanopartikel TiO_2 berperan dalam memperbaiki dan memperluas fungsi kemasan cerdas.

Film komposit PPAT menunjukkan respon kolorimetri yang jelas terhadap perubahan pH dan uap amonia melalui perubahan warna dari merah muda keunguan menjadi biru kehijauan. Nilai total perubahan warna film komposit PPAT terhadap uap amonia mencapai 38,9-53,3 dengan batas deteksi (LOD) sebesar 403-685 ppm dan batas kuantifikasi (LOQ) sebesar 1220-2070 ppm. Pada aplikasi pendeteksian kesegaran udang, film komposit menghasilkan perubahan warna sebesar 47,9-64,4 yang berkorelasi dengan nilai TVB-N dan pH selama pembusukan. Film komposit PPAT yang berwarna keunguan menandakan udang masih segar, berwarna kebiruan menandakan udang harus segera diolah, sedangkan berwarna kehijauan menandakan udang telah membusuk.

Kata kunci: polivinil alkohol, pati, antosianin, nanopartikel TiO_2, kemasan cerdas

PENGEMBANGAN FILM KOMPOSIT POLIVINIL ALKOHOL/PATI-ANTOSIANIN-TiO2 SEBAGAI SENSOR pH UNTUK KEMASAN CERDAS
Dwi Atika Sari, Prof. Drs. Dwi Siswanta, M.Eng., Ph.D.;Prof. Drs. Roto, M.Eng., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DEVELOPMENT OF COMPOSITE POLYVINYL ALCOHOL/STARCH-ANTHOCYANIN-TiO_2 FILM AS A pH SENSOR FOR INTELLIGENT PACKAGING

Dwi Atika Sari
24/537253/PPA/06785

ABSTRACT

In this study, a polyvinyl alcohol (PVA)/starch-anthocyanin-TiO_2 (PPAT) composite film was prepared as an intelligent packaging material for shrimp freshness detection. Anthocyanins extracted from red cabbage were utilized as a pH indicator capable of exhibiting colorimetric responses to pH increases caused by the formation of volatile basic nitrogen compounds during shrimp spoilage. TiO_2 nanoparticles were incorporated to improve the physical, mechanical, and optical properties of the film as well as to provide antibacterial activity. Optimization was performed by varying the PVA mass ratio (4:0, 3:1, 2:2, 1:3, and 0:4) and the amount of TiO_2 nanoparticles added (5%, 10%, and 15% of the total polymer mass) to obtain the composite film formulation with optimum characteristics.

The results showed that the composite film with a PVA ratio of 2:2 exhibited good elasticity and moderate swelling of 52.9%. The formation of ester groups confirmed the occurrence of crosslinking within the polymer matrix. SEM-EDX analysis demonstrated that TiO_2 nanoparticles were successfully incorporated into the matrix. The addition of TiO_2 nanoparticles improved the water resistance, tensile strength, and inhibition zone diameters against both Gram-positive and Gram-negative bacteria. These findings indicate that TiO_2 nanoparticles play an important role in improving and expanding the functionality of intelligent packaging.

The PPAT composite film exhibited a distinct colorimetric response to pH changes and ammonia vapor by changing color from purplish pink to bluish green. The total color difference of the PPAT composite film in response to ammonia vapor ranged from 38.9 to 53.3, with a limit of detection (LOD) of 403-685 ppm and a limit of quantification (LOQ) of 1220-2070 ppm. In the application for shrimp freshness detection, the composite film exhibited total color difference ranging from 47.9 to 64.4, which correlated with TVB-N and pH values during spoilage. A purplish PPAT composite film indicated fresh shrimp, a bluish composite film indicated that the shrimp should be processed immediately, whereas a greenish composite film indicated spoiled shrimp.

Keywords: polyvinyl alcohol, starch, anthocyanin, TiO_2 nanoparticles, intelligent packaging.