UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengaruh Penambahan Polietilen Glikol (PEG) terhadap Laju Pelepasan Nutrien P pada Membran Multilayer Berbasis Kitosan sebagai Pupuk Lepas Lambat
Umi Nurriyah, Taufik Abdillah Natsir, S.Si., M.Sc., Ph.D.; Prof. Drs. Dwi Siswanta, M.Eng., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

PENGARUH PENAMBAHAN POLIETILEN GLIKOL (PEG) TERHADAP LAJU PELEPASAN NUTRIEN P PADA MEMBRAN *MULTILAYER* BERBASIS KITOSAN SEBAGAI PUPUK LEPAS LAMBAT

Umi Nurriyah
22/497231/PA/21406

INTISARI

Pupuk lepas lambat atau *slow-release fertilizer* (SRF) merupakan salah satu strategi untuk meningkatkan efisiensi pemupukan dan mengurangi kehilangan nutrien ke lingkungan. Penelitian ini mengkaji pengaruh penambahan polietilen glikol (PEG) terhadap laju pelepasan fosfor (P) dan karakteristik membran *multilayer* berbasis kitosan. Penambahan PEG diharapkan dapat memodifikasi struktur membran, khususnya porositas, hidrofilisitas, dan kemampuan *swelling*, sehingga berpengaruh terhadap mekanisme pelepasan nutrien.

Membran *multilayer* dibuat dengan metode *sandwich* menggunakan kitosan, asam sitrat, kalsium fosfat, dan PEG. PEG ditambahkan ke dalam matriks kitosan melalui proses taut silang, kemudian dicetak menjadi membran berlapis. Karakterisasi membran dilakukan menggunakan ATR-IR, SEM-EDX, dan XRF untuk mengidentifikasi gugus fungsi, morfologi permukaan, serta komposisi unsur. Sifat fisikokimia dan mekanik membran dievaluasi melalui uji derajat *swelling*, biodegradasi, kuat tarik, dan hidrofilisitas berdasarkan pengukuran sudut kontak air. Kinerja membran sebagai SRF dievaluasi melalui uji pelepasan fosfor dalam media air selama 30 hari. Data pelepasan fosfor dianalisis menggunakan model kinetika Higuchi dan Korsmeyer-Peppas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan PEG meningkatkan porositas dan derajat *swelling* membran, tetapi menurunkan kekuatan mekaniknya. Membran yang dimodifikasi dengan PEG juga menunjukkan sifat yang lebih hidrofilik sehingga cenderung mengalami degradasi lebih cepat. Uji pelepasan nutrien menunjukkan bahwa membran *sandwich* dengan modifikasi PEG memiliki persentase akumulasi pelepasan P rata-rata lebih tinggi, yaitu 2,96%, dibandingkan membran tanpa modifikasi PEG sebesar 1,47% selama 30 hari. Peningkatan ini menunjukkan bahwa PEG berperan dalam mempercepat difusi fosfor dari matriks membran. Membran PG lebih memenuhi kriteria SRF karena pelepasan totalnya mencapai sekitar 88,8% selama 30 hari, sedangkan membran XPG menunjukkan pelepasan yang terlalu lambat dan belum memenuhi kriteria pelepasan minimal berdasarkan *European Standardization Committee* (CEN).

Kata kunci: fosfor, kitosan, membran *multilayer*, PEG, pupuk lepas lambat.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengaruh Penambahan Polietilen Glikol (PEG) terhadap Laju Pelepasan Nutrien P pada Membran Multilayer Berbasis Kitosan sebagai Pupuk Lepas Lambat
Umi Nurriyah, Taufik Abdillah Natsir, S.Si., M.Sc., Ph.D.; Prof. Drs. Dwi Siswanta, M.Eng., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

THE EFFECT OF ADDING POLYETHYLENE GLYCOL (PEG) ON THE RATE OF PHOSPHORUS (P) RELEASE FROM CHITOSAN-BASED MULTILAYER MEMBRANES AS SLOW-RELEASE FERTILIZERS

Umi Nurriyah
22/497231/PA/21406

ABSTRACT

Slow-release fertilizer (SRF) is one strategy for improving fertilization efficiency and reducing nutrient loss to the environment. This study examines the effect of polyethylene glycol (PEG) addition on the release rate of phosphorus (P) and the characteristics of chitosan-based *multilayer* membranes. The addition of PEG is expected to modify the membrane structure, particularly porosity, hydrophilicity, and *swelling* capacity, thereby influencing the nutrient release mechanism.

Multilayer membranes were fabricated using a *sandwich* method with chitosan, citric acid, calcium phosphate, and PEG. PEG was incorporated into the chitosan matrix via a cross-linking process, then cast into layered membranes. Membrane characterization was performed using ATR-IR, SEM-EDX, and XRF to identify functional groups, surface morphology, and elemental composition. The physicochemical and mechanical properties of the membranes were evaluated through tests of *swelling* degree, biodegradation, tensile strength, and hydrophilicity based on water contact angle measurements. The performance of the membranes as SRFs was evaluated through a phosphorus release test in an aqueous medium over 30 days. Phosphorus release data were analyzed using the Higuchi and Korsmeyer-Peppas kinetic models.

The results of the study show that the addition of PEG increases the porosity and degree of *swelling* of the membrane, but reduces its mechanical strength. PEG-modified membranes also exhibit more hydrophilic properties, causing them to degrade more rapidly. Nutrient release tests showed that PEG-modified *sandwich* membranes had a higher average percentage of P release accumulation, namely 2.96%, compared to membranes without PEG modification at 1.47% over 30 days. This increase indicates that PEG plays a role in accelerating the diffusion of phosphorus from the membrane matrix. The PG membrane better meets the SRF criteria because its total release reached approximately 88.8% over 30 days, whereas the XPG membrane exhibited excessively slow release and did not meet the minimum release criteria based on European Standardization Committee (CEN) standards.

Keywords: chitosan, *multilayer* membrane, PEG, phosphorus, slow-release fertilizer.