

Abstract of thesis presented to the Senate of Universiti Malaysia Terengganu in fulfilment of the requirements for the degree of Master of Science

**STUDY OF FOULANTS QUANTIFICATION OF PROTEIN-BASED
ULTRAFILTRATION USING CHITOSAN/SILVER NANOPARTICLES
POLYETHERSULFONE MEMBRANES**

NUR MAHIRAH BINTI CHIK @ ISMAIL

2022

Main Supervisor : Professor Nora'aini binti Ali, Ph.D

Faculty : Faculty of Ocean Engineering Technology and Informatics

Fouling limits the process performance in membrane technology applications. Biofouling, on the other hand, is the major contributing factor in membrane fouling phenomena. When dealing with protein-based solutes, it is essential to control biofouling occurrence caused by bacterial growth on the membrane surfaces and in pores. AgNP is able to inhibit bacteria growth and improve the permeability of polymeric membrane while chitosan can improve membrane hydrophilicity and possess antibacterial properties. Thus, silver nanoparticles (AgNP) and chitosan were chosen as bacteria inhibitors due to their remarkable antibacterial properties. This study was carried out to determine the effect of AgNP, chitosan, and a combination of both on fouling occurrence during protein-based ultrafiltration. These experiments were conducted by using the native Polyethersulfone (PES) membrane in comparison with the PES-Ag membrane, PES-Chitosan membrane, and PES-Ag-Chitosan membrane at a controlled condition where 150ppm bovine serum albumin (BSA) was applied as a model protein. A resistance-in-series model was adopted to determine the magnitude of four major resistances that govern fouling mechanisms namely membrane (R_m), adsorption (R_a), pore plugging (R_g), and cake formation (R_c) resistances to obtain better insights into fouling occurrences. The resistances magnitude was significantly reduced and arranged in a sequence of $R_g > R_m > R_a > R_c$ for the PES-Ag-Chitosan membrane. Foulant weight was significantly reduced by 56% for the PES-Ag-Chitosan membrane as compared to PES-Chitosan and PES-Ag membranes which marked a reduction of 53% and 50% respectively using

Thermogravimetric analysis (TGA) analysis. Based on the fouling quantification analysed and resistance-in-series computed for BSA ultrafiltration in dead-end configuration, it was proposed that the modification of PES membrane by incorporating AgNP and surface modification via Chitosan simultaneously is favourable to be implemented to mitigate biofouling. It indicates that AgNP and chitosan have a synergistic effect in overcoming the fouling contributed by both - solutes depositions and bacterial growth.

Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Malaysia Terengganu sebagai memenuhi keperluan untuk Ijazah Sarjana Sains

**KAJIAN TENTANG PENGUKURAN BAHAN KOTORAN BAGI
ULTRATURASAN BAHAN BERASASKAN PROTEIN MENGGUNAKAN
MEMBRAN POLYETHERSULFONE KITOSAN/
NANOPARTIKEL PERAK**

NUR MAHIRAH BINTI CHIK @ ISMAIL

2022

Penyelia Utama : Profesor Nora'aini binti Ali, Ph.D

Fakulti : Fakulti Teknologi Kejuruteraan Kelautan dan Informatik

Kotoran akan mengehendkan prestasi proses dalam aplikasi teknologi membran. Manakala, bio-kotoran pula merupakan faktor penyumbang utama dalam fenomena kotoran membran. Adalah penting untuk mengawal bio-kotoran yang disebabkan oleh pertumbuhan bakteria di permukaan membran dan liang ketika menggunakan bahan larut berasaskan protein. Nanopartikel perak (AgNP) dapat menghalang pertumbuhan bakteria dan meningkatkan kebolehtelapan membran polimer manakala kitosan pula dapat meningkatkan sifat hidrofilik membran serta mempunyai sifat-sifat antibakteria. Oleh itu, AgNP dan kitosan telah dipilih sebagai perencat bakteria kerana kedua-duanya mempunyai ciri-ciri antibakteria yang istimewa. Kajian ini dijalankan untuk menyiasat pengaruh AgNP, kitosan dan kombinasi kedua-dua bahan ini terhadap pembentukan kotoran semasa proses ultra-turasan berasaskan protein dijalankan. Eksperimen-eksperimen ini telah dijalankan dengan menggunakan membran Polyethersulfone (PES) asal berbanding dengan membran PES-Ag, membran PES-Kitosan, dan membran PES-Ag-Kitosan dalam keadaan terkawal di mana 150 ppm albumin serum lembu (BSA) digunakan sebagai protein model. Model perintang bersiri digunakan untuk menentukan magnitud empat rintangan utama yang menguasai mekanisma kotoran iaitu rintangan membran (R_m), rintangan penjerapan (R_a), rintangan penyumbatan liang (R_g) dan rintangan pembentukan kek (R_c) untuk mendapatkan pemahaman yang lebih jelas mengenai keadaan berlakunya kotoran. Magnitud perintang-perintang berkurangan dengan ketara dan tersusun dalam urutan

$R_g > R_m > R_a > R_c$ bagi membran PES-Ag-Kitosan. Berat kotoran telah berkurang dengan ketara sebanyak 56% untuk membran PES-Ag-Kitosan berbanding dengan membran PES-Kitosan dan PES-Ag yang menunjukkan penurunan masing-masing sebanyak 53% dan 50% menggunakan analisis Permeteran Graviti Haba (TGA). Berdasarkan analisis pengukuran kotoran dan pengiraan perintang bersiri dengan menggunakan konfigurasi 'dead-end' untuk ultra-turasan BSA, adalah diusulkan bahawa pengubahsuaian membran PES dengan gabungan AgNP dan pengubahsuaian permukaan melalui kitosan secara serentak adalah sesuai untuk dilaksanakan untuk mengurangkan bio-kotoran. Ini menunjukkan bahawa AgNP dan kitosan mempunyai kesan sinergistik dalam mengatasi kotoran kesan daripada kedua-dua faktor- endapan bahan larut dan pertumbuhan bakteria.