

FOULING CONTROL OF ULTRAFILTRATION MEMBRANE VIA  
SURFACE MODIFICATION USING MYOGLOBIN AS THE SURFACE  
MODIFIER AGENT

SAIDATUL SYAIMA BINTI MAT TARI

MASTER OF SCIENCE  
UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU

2012



**FOULING CONTROL OF ULTRAFILTRATION MEMBRANE VIA  
SURFACE MODIFICATION USING MYOGLOBIN AS THE SURFACE  
MODIFIER AGENT**

**SAIDATUL SYAIMA BINTI MAT TARI**

**Thesis Submitted in Fullfillment of the Requirements for the Degree of Master of  
Science in the Faculty of Science and Technology  
Universiti Malaysia Terengganu**

**February 2012**



## **ABSTRACT**

Abstract of thesis presented to the Senate of Universiti Malaysia Terengganu in fulfillment of the requirement for the degree of Master of Science

### **FOULING CONTROL OF ULTRAFILTRATION MEMBRANE VIA SURFACE MODIFICATION USING MYOGLOBIN AS THE SURFACE MODIFIER AGENT**

**SAIDATUL SYAIMA BINTI MAT TARI**

**February 2012**

**Chairperson : Associate Professor Nora'aini binti Ali, Ph.D**

**Member : Mazidah Mamat, Ph.D**

**Faculty : Science and Technology**

The phenomenon of membrane fouling is believed to be caused mainly by the hydrophobic characteristics of most membranes fabricating polymers. Consequently, many modification techniques have been developed to render the membrane surface with hydrophilic properties. With this property, membrane is expected to be more resistant to foulant adsorption; therefore fouling occurrence could be regulated thoroughly. In our research, the hydrophobic surface of polyethersulfone ultrafiltration (PES-UF) membrane has been modified by myoglobin as the modifier agent. Myoglobin is a type of protein, and interacts with the hydrophobic membrane surface via hydrophobic force and its hydrophilic functional groups appoint outwards. In such a way, membrane will has a hydrophilic surface due to the presence of myoglobin on the

outer layer. So its application as the modifying agent was definitely ideal with the objective to increase the hydrophilicity of the membrane. Apart, myoglobin is derived from a natural source and was thus expected to be non-toxic, and biocompatible. Thus, it is supposed to be a perfect candidate for protein, which is the sensitive biological matter. The solution properties (i.e. pH and concentration of myoglobin) were varied in a pre-determined ranges (pH: 5.0, 7.0, 9.0, 11.0 and concentration: 30, 50, 70 mg/L) to investigate their influence towards membrane development. Each membrane was then individually assessed in terms of characteristics and performances. The results show that, all the surface modified membranes execute improvements than the virgin PES-UF membrane, with the best characteristics achieved for membrane modified with myoglobin of pH 7.0, at 50 mg/L (MPH7-50) concentration. This membrane gave a 47.13% changes in contact angle and 55.90% rise in  $P_m$  compared to the other membranes modified at different conditions. Both incidents proved that the hydrophilicity of the myoglobin modified membrane has been significantly improved due to the surface modification. It also shows a significant enhancement in surface (FTIR, surface charge) and morphological (MWCO and SEM) compared to the other membrane modified at different conditions. This membrane was further investigated for its separation towards lysozyme to verify its applicability for protein application. The effects of operating parameters, for instance stirring speeds (300, 600, 900, 1200 and 1500 rpm) and feed concentrations (300, 500, and 700 mg/L) on lysozyme transmission were assessed. Results show that, MPH7-50 membrane has a potential separation performance (average flux: 71.54 L/m<sup>2</sup>.h, average transmission: 99.73%), which was achieved at the 1500 rpm stirring speed with 500 mg/L of feed concentration. Tests

were further proceeded to flux decline study of all membranes at various arrays of feed concentration; 300, 500 and 700 mg/L. Attained results demonstrated that, the declination in flux for all surface modified membrane to some extent was lower in contrast to those of unmodified membrane. This finding additionally supported by the higher flux recoveries of these modified membranes together affirmed that, the anti-fouling properties of membranes had been improved due to the surface modification. From these potential achievements, it could be deduced that, the surface treatment proposed here is successful and have been proved to have a positive effect towards fouling control. Furthermore, the utilization of this technique appears to be beneficial, defence by its simplicity and economical value. In the near future, an extensive study is vigorously required since this surface modification method could be a promising choice for the invention of inexpensive, low fouling membrane, particularly tailor made for biotechnological applications.

## ABSTRAK

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

### **PENGAWALAN KOTORAN MEMBRAN PENURAS ULTRA MELALUI PENGUBAHSUAIAN PERMUKAAN MENGGUNAKAN MIOGLOBIN SEBAGAI AGEN PENGUBAHSUAI PERMUKAAN**

**SAIDATUL SYAIMA BINTI MAT TARI**

**Februari 2012**

**Pengerusi : Profesor Madya Nora'aini binti Ali, Ph.D**

**Ahli : Mazidah Mamat, Ph.D**

**Fakulti : Sains dan Teknologi**

Fenomena kotoran membran berpunca terutamanya daripada sifat hidrofobik (ketidakboleh-basahan) kebanyakan bahan pembuatan membran. Sehubungan itu, pelbagai teknik untuk mengubahsuai sifat hidrofobik permukaan membran kepada hidrofilik (keboleh-basahan) telah diperkenalkan. Dengan sifat hidrofilik ini, membran akan mempunyai tahap rintangan yang lebih tinggi terhadap penyerapan komponen ke atas permukaan, seterusnya kotoran dapat dikawal secara menyeluruh. Dalam penyelidikan kami, permukaan hidrofobik membran penuras ultra polietersulfona telah diubahsuai menggunakan mioglobin sebagai bahan pengubahsuai. Mioglobin adalah sejenis protein dan berinteraksi dengan membran hidrofobik melalui interaksi hidrofobik, dengan kumpulan hidrofiliknya menghala keluar. Dengan ini membran akan mempunyai sifat hidrofilik disebabkan kehadiran mioglobin pada permukaan luarnya.



Oleh itu penggunaannya sebagai agen pengubahsuaian adalah bertepatan dengan objektif untuk meningkatkan sifat kebolehasan membran. Selain itu, mioglobin adalah dari sumber semulajadi dan dianggap mempunyai ciri-ciri tidak bertoksik dan berkeserasian biologi. Oleh itu, pemilihannya adalah bersesuaian untuk protein yang merupakan komponen biologi bersifat sensitif. Parameter larutan (i.e. pH dan kepekatan mioglobin) dipelbagaikan dalam julat yang telah ditetapkan (pH: 5.0, 7.0, 9.0, 11.0 dan kepekatan: 30, 50, 70 mg/L) untuk mengkaji kesannya terhadap penghasilan membran. Setiap membran kemudiannya dianalisa. Keputusan menunjukkan bahawa, membran yang diubahsuai permukaan kesemuanya menunjukkan peningkatan daripada membran asal, dengan keputusan ciri terbaik diperolehi untuk membran yang diubahsuai dengan mioglobin pada pH 7.0 dengan kepekatan 50 mg/L (MPH7-50). Membran ini memberikan 47.13% perubahan dalam sudut sentuhan air dan 55.90% peningkatan dalam  $P_m$  berbanding dengan membran asal yang tidak diubahsuai. Keputusan ini menunjukkan bahawa tahap keboleh-basahan membran telah meningkat, seterusnya merendahkan kecenderungan terhadap kotoran membran. Tambahan lagi ia juga menunjukkan peningkatan penting dalam ciri permukaan (FTIR dan caj permukaan) serta morfologi (MWCO dan SEM) dibandingkan dengan membran lain yang diubahsuai pada keadaan berbeza. Membran ini kemudiannya digunakan dalam pemisahan lisozim untuk membuktikan kesesuaiannya terhadap kegunaan protein. Keadaan pemisahan terhadap kadar penghantaran protein, seperti kelajuan pengadukan dan kepekatan lisozim masing-masing divariasikan dalam julat (kelajuan: 300, 600, 900, 1200, 1500 (rpm) dan kepekatan suapan: 300, 500, 700 (mg/L)). Keputusan menunjukkan bahawa MPH7-50 mempunyai kebolehan pemisahan berpotensi (fluks

purata: 71.54 L/m<sup>2</sup>.h dan penghantaran purata: 99.73%), yang mana diperolehi pada kelajuan putaran 1500 rpm dengan suapan 500 mg/L. Eksperimen diteruskan dengan mengkaji tahap penurunan fluks untuk semua membran pada kepekatan suapan yang berbeza; 300, 500 dan 700 mg/L. Keputusan diperolehi menunjukkan bahawa kadar penurunan fluks untuk semua membran yang diubahsuai adalah lebih rendah berbanding dengan membran yang tidak diubahsuai. Keputusan ini diperkuatkan lagi oleh tahap perolehan semula fluks yang lebih tinggi untuk semua membran yang diubahsuai., membuktikan bahawa ketahanan membran terhadap kotoran telah dikurangkan melalui proses pengubahsuaian. Berdasarkan pencapaian berpotensi ini, dapat disimpulkan bahawa kaedah pengubahsuaian yang dicadangkan telah berjaya memberikan kesan positif terhadap kawalan kotoran. Tambahan lagi, penggunaan teknik ini adalah menguntungkan memandangkan kaedah yang digunakan adalah mudah dan berkos rendah.. Dalam masa terdekat, kajian mendalam untuk penyelidikan membran ini adalah diperlukan memandangkan ia adalah pilihan berpotensi untuk menghasilkan membran bercirikan kotoran berkadar rendah serta murah, sesuai untuk bidang bioteknologi.