

INTISARI

Mikroalga merupakan salah satu sumber energi baru yang cukup menjanjikan untuk mencukupi kebutuhan energi salahsatunya penyediaan biodiesel. Produksi biodiesel dari mikroalga memiliki beberapa keunggulan yaitu produktivitas yang tinggi, tidak mengganggu ketahanan pangan, dan seperti halnya tanaman, adanya siklus CO₂ berpotensi mengurangi potensi pemanasan global. Permasalahan produksi biodiesel dari mikroalga adalah energi untuk ekstraksi lipid yang lebih besar dibandingkan panas pembakaran biodiesel. Penelitian ini bertujuan untuk mencari metode ekstraksi lipid yang membutuhkan energi yang lebih rendah dibandingkan panas pembakaran biodiesel yaitu dengan bantuan pemecahan sel dengan kavitasi hidrodinamika dan melakukan *life cycle assessment* produksi biodiesel dari mikroalga.

Penelitian ini dilakukan dengan alat ekstraksi kavitasi hidrodinamika aliran pancar atas ke bawah yang bekerja secara *batch*. Alat terdiri dari kompresor, tempat sampel, kavitator dan penampung hasil. Variasi kondisi operasi berupa tekanan, suhu dan perbandingan berat mikroalga kering dan pelarut dilakukan untuk mendapatkan kondisi operasi optimal. Variasi pelarut juga dilakukan antara campuran heksana metanol dan biodiesel metanol. Koefisien perpindahan massa volumetris dievaluasi dengan dua pendekatan yaitu pendekatan perpindahan massa *overall* (Model 1) dan pendekatan perpindahan massa terpisah dari mikroalga pecah dan utuh (Model 2). *Life cycle assessment* dilakukan terhadap 3 sistem produk yang berbeda yaitu produksi biodiesel dengan ekstraksi kavitasi hidrodinamika (SP1), produksi biodiesel dengan ekstraksi konvensional (SP2), dan produksi biodiesel dengan kavitasi hidrodinamika dengan pelarut metanol-biodiesel (SP3).

Hasil percobaan menunjukkan bahwa unjuk kerja proses ini jauh lebih cepat dibandingkan ekstraksi konvensional. Kecepatan ekstraksi proses ini untuk memperoleh 6% yields sebesar 15 kali lebih besar dibandingkan ekstraksi konvensional pengadukan 1000 rpm dan juga lebih cepat dibandingkan proses ekstraksi kavitasi hidrodinamika yang telah dilakukan peneliti lain. Kondisi operasi yang memberikan hasil optimal diantaranya suhu operasi pada 42°C, konsentrasi mikroalga 7,3% g/cm³, tekanan pendorong 4,167 kg/cm², dan bilangan kavitasi 0,126. Kebutuhan energi ekstraksi terendah adalah 17,185 kJ/glipid. Pelarut metanol heksana memberikan yield dan efisiensi energi yang lebih baik dibanding pelarut metanol biodiesel. Model ekstraksi dengan pendekatan *overall* dan mikroalga pecah dan utuh dengan pembagian 3 zona ekstraksi memberikan hasil simulasi dengan ketepatan tinggi dengan nilai koefisien perpindahan massa volumetris dari Model 1 sebesar $1,166 \times 10^{-2}$; $3,113 \times 10^{-3}$ dan $1,285 \times 10^{-3}$ 1/menit pada zona ekstraksi 1,2 dan 3 dengan nilai R² sebesar 0,9797. Hasil ini menunjukkan ada perubahan mekanisme perpindahan massa selama proses ekstraksi. Sedangkan hasil *life cycle assessment* terhadap 3 sistem produk menunjukkan potensi pemanasan global merupakan dampak yang dominan. Sistem Produk (SP) 1 memberikan potensi dampak terkecil dari ketiga sistem produk.

ABSTRACT

Microalgae is one of the promising new renewable energy resources to meet the energy needs, especially in meeting the needs of biodiesel. Biodiesel production from microalgae has several advantages, such as higher productivity, does not interfere with food security, and like other plants the CO₂ cycle has the potential to reduce global warming potential. The problem of biodiesel production from microalgae is the amount of lipid extraction energy which is greater than the heat of combustion of biodiesel, for this reason, the innovation of low energy extraction technology is needed. This study aims to find out the lipid extraction methods that require lower energy than heat of combustion of biodiesel with microalgae cell disruption assisted by hydrodynamic cavitation and do the life cycle assessment of biodiesel production from microalgae.

This experiment was carried out in batch jet flow hydrodynamic cavitation extraction equipments with flow from top to bottom. The equipments consist of a compressor, sample chamber which was connected to the cavitator and the product chamber. Variations in operating conditions in the form of pressure, temperature weight ratio of dry microalgae and solvents were carried out to obtain optimal conditions. A variety of solvents were also carried out between a mixture of hexane methanol and methanol biodiesel. Volumetric mass transfer coefficient value was evaluated using two models of mass transfer. Model 1 was using overall mass transfer approximation and Model 2 was using different mass transfer approximation between intact and broken mikroalgae. Life cycle assessment was carried out on 3 different product systems, that were biodiesel production with hydrodynamic cavitation extraction (SP1), biodiesel production with conventional extraction (SP2), and biodiesel production with hydrodynamic cavitation extraction with methanol-biodiesel solvents (SP3).

The experimental results show this process performance was better than the conventional extraction with 1000 rpm, the extraction rate of this process to obtain 6% yield was 15 times greater. This process also provide better performance than the other hydrodynamic cavitation extraction with looping flow. The optimum operation condition were temperature condition at 42°C, microalgae concentration was 7.3% g / cm³, the pressure booster was 4.167 kg/cm², and the cavitation number was 0.126. The lowest of extraction energy requirement was 17.185 kJ / g lipid. Methanol hexane solvent provides better yield and energy efficiency compared to methanol biodiesel solvent. Both models provide similar results, with 3 extraction zones calculation they provided high accuracy of simulation results. The volumetric mass transfer coefficient values of Model 1 were 1.166×10^{-2} ; 3.113×10^{-3} and 1.285×10^{-3} 1/minute in the extraction zone 1, 2, and 3 respectively with R² value of 0.9797. These values were indicating there was a change of mass transfer mechanism during the process. The results of life cycle assessment of 3 product systems show that the global warming potential was the dominant impact. The Product System (SP) 1 provides the smallest impact potential of the three product systems.