

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biodiesel

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif untuk mesin diesel yang diproduksi dengan reaksi transesterifikasi dan esterifikasi minyak tumbuhan atau lemak hewan dengan alkohol rantai pendek seperti metanol. Reaksinya membutuhkan katalis yang umumnya merupakan basa kuat, sehingga akan memproduksi senyawa kimia baru yang disebut metil ester (Van Gerpen, 2005).

Biodiesel disintesis dari ester asam lemak dengan rantai karbon antara C6-C22 dengan reaksi transesterifikasi. Biodiesel bisa digunakan dengan mudah karena dapat bercampur dengan segala komposisi dengan minyak solar, mempunyai sifat-sifat fisik yang mirip dengan solar biasa sehingga dapat diaplikasikan langsung untuk mesin-mesin diesel yang ada hampir tanpa modifikasi (Prakoso, 2003).

Biodiesel merupakan sumber energi alternatif terbarukan (Hanna, 1999) yang dapat didefinisikan sebagai senyawa monoester asam lemak yang terkandung dalam minyak nabati dan lemak hewani (Vicente *et al*, 2007). Biodiesel dapat diperoleh dengan cara esterifikasi dan transesterifikasi asam lemak dari minyak atau lemak dengan bantuan katalis. Biodiesel memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan petrodiesel yaitu berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui, biodiesel memiliki kandungan aromatic dan sulfur yang rendah (Ma dan Hanna, 1993), biodiesel memiliki *cetane number* yang tinggi (Zhang *et al*, 2003). Selain itu, biodiesel lebih ramah lingkungan, bersifat *biodegradable*, dan tidak beracun. Gas buang berupa hidrokarbon dan karbon monoksida dari biodiesel cenderung lebih rendah dibandingkan dengan solar (Machmud, 2009). Rantai karbon biodiesel bersifat sederhana berupa mono alkil ester menyebabkan biodiesel lebih mudah didegradasi oleh bakteri dibandingkan dengan rantai karbon petrodiesel yang bersifat lebih kompleks dengan ikatan rangkap dan banyak cabang.

Sumber daya alam hayati yang tersedia di Indonesia sangat melimpah yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Biodiesel terbuat dari

minyak nabati yang dapat diperbaharui. Menurut Santoso (2013), Sumber minyak nabati yang dapat digunakan dalam pembuatan biodiesel adalah minyak tumbuhan (kedelai, bunga matahari, wijen, kapas, kelapa), minyak kacang-kacangan (almond, cashew, macadamia, pecan, hazelnut), minyak masak (amaranth, apricot, alpukat, biji kapuk, biji lemon), dan minyak lainnya (dedak padi, alga, biji karet, jojoba, dan radish).

2.2 Minyak Jelantah

Minyak goreng adalah bahan pangan dengan komposisi utama trigliserida berasal dari bahan nabati, dengan atau tanpa perubahan kimiawi, termasuk hidrogenasi, pendinginan, dan telah melalui proses pemurnian (Standar Nasional Indonesia, 2002). Minyak goreng yang banyak digunakan di Indonesia berasal dari minyak kelapa sawit yang banyak mengandung asam palmitat (asam lemak jenuh) dan asam oleat (asam lemak tidak jenuh). Minyak goreng yang telah dipanaskan berulang kali disebut sebagai minyak jelantah.

Minyak jelantah yang dipakai berkali kali akan meningkatkan asam lemak bebas, dan hal ini akan menyebabkan bau yang tengik, bahan gorengan kurang menarik, cita rasa tidak enak, terjadi kerusakan vitamin dan asam lemak esensial. Selain itu, yang lebih berbahaya adalah akan meningkatkan gugus radikal peroksida yang mengikat oksigen, sehingga mengakibatkan oksidasi terhadap jaringan sel tubuh manusia. Oleh sebab itu, minyak jelantah tidak layak untuk digunakan dalam proses penggorengan makanan. Proses pemanasan minyak goreng yang lama dan berulang kali akan menyebabkan oksidasi dan polimerisasi asam lemak yang ditandai dengan peningkatan bilangan peroksida yang menyebabkan minyak menjadi tidak layak digunakan. Syarat mutu bilangan peroksida pada minyak goreng menurut SNI 01-3741-2002 maksimal sebesar 1 mgO₂/100 gram minyak (10 meq/1 kg). Penggunaan minyak goreng berulang setara dengan bilangan peroksida 20-40 meq/kg.

Reaksi oksidasi yang terjadi pada minyak goreng dimulai dengan adanya pembentukan radikal bebas yang dipercepat oleh cahaya, panas, logam (besi dan tembaga) sebagai wadah saat penggorengan, dan senyawa oksidator pada bahan

pangan yang digoreng (seperti klorofil, hemoglobin, dan pewarna sintetik tertentu). Pada minyak jelantah, ikatan rangkap asam lemak tak jenuh teroksidasi, terbentuk isomer cis menjadi trans, terbentuk radikal bebas aktif, aldehid, keton, terjadi polimerisasi struktur karena pengaruh panas dan dipercepat adanya oksigen. Oleh sebab itu, minyak jelantah berpotensi menghasilkan racun dalam tubuh (Nainggolan *et al*, 2016).

Minyak jelantah yang dikonsumsi terus menerus dalam jangka waktu yang lama akan membahayakan tubuh karena mengandung asam lemak jenuh yang sangat tinggi sehingga berbahaya bagi tubuh, karena dapat memicu berbagai penyakit penyebab kematian, seperti penyakit jantung koroner, stroke, meningkatnya kadar lipida utamanya kolesterol darah, hipertensi, bahkan dapat memicu terjadinya kanker (Syafiq, 2007). Menurut Selvester (2015), pemaparan atau intervensi minyak jelantah dengan bilangan peroksida 20 - 40 meq/kg yang diberikan setiap hari selama 16 minggu menyebabkan kerusakan oksidatif melalui peningkatan kadar serum MDA, yang diikuti dengan peningkatan aktivitas SOD, menyebabkan perubahan histologik hati berupa terjadinya perlemakan hati atau steatosis, merangsang proses peradangan hati, serta bertendensi menyebabkan kerusakan oksidatif DNA melalui peningkatan kadar 8-OHdG. Menurut Amalia (2010) dalam risetnya, minyak goreng yang digunakan lebih dari empat kali akan mengalami oksidasi. Proses oksidasi tersebut akan membentuk gugus peroksida, asam lemak trans, dan asam lemak bebas. Penelitian pada hewan percobaan menunjukkan gugus peroksida dalam dosis besar dapat merangsang terjadinya kanker usus besar.

Penelitian yang mendukung dalam pemanfaatan limbah minyak jelantah untuk diolah menjadi biodiesel telah banyak dilakukan. Haryono *et al* (2018) mensintesis biodiesel dari minyak goreng bekas menggunakan kalsium oksida (3%) mikropartikel sebagai katalis menghasilkan biodiesel dengan *yield* 77,76%. Sementara itu dalam penelitian lain, Sumartono *et al* (2017) mensintesis biodiesel dari minyak biji carica Dieng sebagai bahan baku biodiesel menggunakan metode reaksi esterifikasi-transesterifikasi dengan perbandingan minyak dan alkohol 6 : 1 dan katalis kalium hidroksida 1% dari massa minyak. Kondisi operasional

dilakukan pada suhu 60 °C selama 120 menit menghasilkan rendemen metil ester sebesar 67%. Berdasarkan perbandingan metil ester yang dihasilkan, penggunaan minyak jelantah sebagai bahan baku biodiesel dinilai lebih efektif.

2.3 Katalis Abu Batang Pisang dalam Pembuatan Biodiesel

Katalis adalah suatu substansi yang dapat meningkatkan laju reaksi untuk mencapai kesetimbangan tanpa ikut secara permanen dalam reaksi tersebut. Pada proses sintesis bahan kimia, reaksi dapat berlangsung dalam dua fase, yaitu fase gas atau fase cair sedangkan katalis yang digunakan dapat dalam fase cair dan fase padat. Jika reaksi katalisis dikaitkan dengan fase reaktan dan fase katalis, maka reaksi katalisis dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu katalis homogen, katalis heterogen, dan katalis enzim (Nasikin dan Susanto, 2010).

Di Indonesia, tanaman pisang merupakan hasil pertanian yang cukup melimpah. Biasanya setelah masa panen, batang pisang hanya dibuang sebagai limbah sehingga menjadi tumpukan sampah yang dapat mencemari lingkungan. Batang pisang merupakan limbah terbesar yang diperoleh dengan nilai ekonomis yang hampir tidak ada. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Erwin *et al* (2014), batang pisang yang dipanaskan di dalam *furnace* pada temperatur 600 °C selama 3 jam, kemudian dari 1 gram abu batang pisang dilarutkan dalam HNO₃ 25 ml lalu dipanaskan dan diencerkan dalam labu takar 100 ml, kemudian dianalisis menggunakan AAS menunjukkan bahwa abu batang pisang memiliki kandungan logam kalium sebesar 19,94%. Kalium merupakan salah satu unsur logam alkali yang berperan aktif dalam katalis untuk mengkonversi minyak jelantah menjadi biodiesel. Pada tahun 2014, Erwin *et al* telah melakukan sintesis biodiesel minyak jelantah dengan memanfaatkan abu batang pisang sebagai katalis menggunakan metode esterifikasi-transesterifikasi dengan rasio molar metanol dan minyak (6:1) dengan variasi berat katalis 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% (b/b) minyak jelantah 250 gram pada suhu konstan 55 °C selama 2 jam menghasilkan rendemen biodiesel 53,6%, 60%, 72%, 76,8%, dan 68,8%. Dari riset yang dilakukan Nugraha, Gunawan, dan Mardina (2012), batang pisang yang telah dikeringkan dengan cara dipanaskan di dalam *furnace*, kemudian diekstraksi dengan variasi suhu 30 °C, 45

°C, dan 60 °C, diperoleh hasil transfer massa yang semakin meningkat 0,01773978; 0,02048283 dan 0.02353915 1/menit. Semakin meningkat suhu operasi maka kalium yang dihasilkan akan semakin banyak.

2.4 Transesterifikasi

Transesterifikasi adalah reaksi pembentukan ester dari suatu senyawa ester lain melalui pertukaran gugus alkil dari ester yang bereaksi dengan suatu alkohol. Reaksi transesterifikasi dapat dikatalisis oleh asam maupun basa (Asthasari, 2008). Produk hasil transesterifikasi berupa alkil ester dan gliserol. Reaksi transesterifikasi untuk memproduksi biodiesel merupakan reaksi antara trigliserida dengan alkohol menjadi ester yang lebih sederhana. Pada reaksi ini gugus metil atau etil dari alkohol menggantikan gugus gliserida dan mengubahnya menjadi gliserol sebagai hasil sampingnya. Penelitian yang menggunakan metode reaksi transesterifikasi untuk memproduksi biodiesel tela banyak dilakukan. Pada tahun 2011, Islami melakukan penelitian dengan dua tahap yaitu esterifikasi dan transesterifikasi yang mana kurang ekonomis untuk diproduksi. Selanjutnya, Rachmaniah dan Baidawi (2009) dalam penelitiannya menggunakan reaksi transesterifikasi untuk produksi biodiesel dari *crude palm oil* dan menghasilkan biodiesel yang cukup tinggi.

2.5 Kosolven

Biodiesel dapat diproduksi dengan reaksi transesterifikasi antara trigliserida dan alkohol melalui metanol (metanolisis) menggunakan katalis basa kuat seperti NaOH dan KOH. Salah satu masalah dalam reaksi transesterifikasi biodiesel adalah ketidakhomogenan reaktan yang terlibat. Metanol tidak larut dalam trigliserida dan untuk meningkatkan kelarutan reaktan dapat dilakukan dengan pemanasan pada temperatur 65°C selama 2 jam dan *microwave assisted reactor*. Namun metode sebelumnya dianggap kurang efisien sehingga diperlukan upaya lain untuk mengatasi masalah tersebut salah satunya dengan penambahan kosolven. Kosolven merupakan pelarut organik yang dapat campur dengan air, digunakan dalam formulasi sediaan cair untuk meningkatkan kelarutan bahan yang memiliki

kelarutan rendah dalam air atau meningkatkan stabilitas kimiawinya. Beberapa kosolven memiliki titik didih yang dekat dengan metanol yang mana dapat mempermudah proses pemisahan di akhir reaksi. Berdasarkan hasil penelitian Baidawi dan Rachmaniah (2008), penambahan kosolven dapat mempercepat reaksi transesterifikasi sehingga kadar metil ester meningkat secara signifikan. Ada beberapa kosolven yang umum digunakan salah satunya yaitu THF (Tetrahidrofuran). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Muyassaroh *et al* (2012) menggunakan kosolven THF untuk mensintesis biodiesel dari minyak jarak pagar dengan rasio perbandingan THF:metanol 0:1, 1:1, dan 2:1 lalu ditambahkan NaOH 1,3% dan diaduk dengan variasi waktu 2, 4, 6, 8, dan 10 menit menghasilkan metil ester optimum pada rasio 2:1 dengan waktu 10 menit sebesar 94,79% dimana jumlah metil ester meningkat 36,09% lebih banyak dibanding tanpa kosolven. Namun, Tetrahidrofuran adalah salah satu kosolven yang relatif mahal meskipun dapat meningkatkan jumlah metil ester. Oleh karena itu, digunakan bahan alternatif lain sebagai kosolven untuk pembuatan biodiesel ini. Penelitian yang dilakukan Julianto (2018), menunjukkan bahwa perbandingan jumlah aseton dengan metanol mempengaruhi jumlah metil ester yang dihasilkan. Dari variasi rasio aseton dan metanol 1:4, 1:2, dan 1:1, jumlah metil ester tertinggi terbentuk pada rasio 1:4 menghasilkan FAME *yield* 99.93%.