

PROSES PENGURANGAN KADAR FOSFOR DALAM MINYAK JARAK  
(*JATROPHA CURCAS OIL*)

Iman Rahayu, Santy Yulianti, In Jumanda Kasdadi, dan Wawang Suratno\*

\*Laboratorium Kimia Fisik, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Padjadjaran,

email : [imanrahayu@yahoo.com](mailto:imanrahayu@yahoo.com)

ABSTRAK

Minyak jarak pagar mengandung sejumlah senyawa fosfor yang terdapat dalam bentuk fosfolipid. Fosfolipid dapat menyebabkan minyak menjadi keruh selama penyimpanan, meningkatkan akumulasi air di dalam biodiesel, juga akan menimbulkan kerak di dalam ruang pembakaran pada mesin diesel. Pada penelitian ini, dilakukan dua macam metode penghilangan fosfor dalam minyak (*degumming*), yaitu dengan menggunakan asam dan air, serta *degumming* dengan asam, basa, dan air. Asam yang digunakan adalah asam fosfat dan asam sitrat, masing-masing dengan konsentrasi 65%, 75%, dan 85%, sedangkan basa yang digunakan adalah natrium hidroksida. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam, maka kadar fosfor di dalam minyak akan semakin rendah. Kadar fosfor terendah diperoleh dengan metode *degumming* menggunakan asam fosfat 85%, NaOH dan air yaitu sebesar 8 ppm atau memiliki nisbah penurunan kadar fosfor sebesar 92,73%.

Kata kunci : minyak jarak, fosfor, *degumming*

PENDAHULUAN

Bahan bakar fosil saat ini masih memegang peranan penting di dalam dunia industri dan otomotif di Indonesia. Peningkatan permintaan akan bahan bakar fosil tersebut tidak diimbangi dengan persediaan sumber-sumber bahan bakar tersebut di alam, yang semakin lama akan semakin berkurang mengingat bahan bakar fosil merupakan salah satu sumber energi yang tidak dapat diperbarui (*unrenewable*). Sebagai gambaran, diperkirakan cadangan minyak bumi di Laut Utara akan habis pada tahun 2020 (Mulyantara dan Sulistiadij, 2004).

Oleh karena itu, penelitian-penelitian secara intensif mencari sumber-sumber energi alternatif selain pemanfaatan panas bumi, tenaga angin, dan tenaga matahari. Salah satu yang sedang ramai dikembangkan di Indonesia adalah biodiesel.

Biodiesel merupakan bahan bakar teroksigenasi (*oxygenated fuel*) berbahan baku minyak nabati atau lemak hewani yang diperoleh melalui reaksi esterifikasi asam lemak dan transesterifikasi trigliserida. Biodiesel sebagai bahan

bakar alternatif dapat digunakan sebagai pengganti minyak diesel, karena memiliki kemiripan sifat fisik dan kimia (Mittelbach and Remschmidt, 2004).

Penggunaan biodiesel sebagai sumber energi semakin dituntut untuk direalisasikan, sebab selain merupakan solusi menghadapi kelangkaan bahan bakar fosil pada masa mendatang, biodiesel juga bersifat ramah lingkungan dan dapat diperbaharui (*renewable*), sehingga mampu mengeliminasi emisi gas buang dan efek rumah kaca (Hambali dkk., 2006).

Di Indonesia biodiesel masih dalam taraf penelitian dan pengembangan, mulai dari riset-riset dasar, uji mesin, hingga produksi skala pilot. Minyak nabati yang saat ini banyak tersedia dan mudah didapat adalah minyak sawit dan kelapa yang merupakan minyak pangan (*edible oil*), tetapi harga bahan-bahan tersebut sangat ditentukan oleh permintaan di sektor pangan nasional dan dunia yang terus meningkat. Tinjauan ekonomi menunjukkan, biodiesel yang diproduksi dari minyak pangan akan sulit memasok pasar karena harganya yang tinggi (Brodjonegoro, 2005).

Salah satu sumber minyak nabati yang sangat prospektif sebagai bahan baku biodiesel adalah minyak jarak pagar (*Jatropha curcas L.*). Minyak jarak termasuk dalam kategori minyak nonpangan (*non-edible oil*), sehingga pemanfaatannya tidak akan mengganggu penyediaan kebutuhan minyak pangan nasional.

Sebelum dilakukan proses esterifikasi dan transesterifikasi yang menghasilkan biodiesel (metil ester), minyak jarak tersebut harus mendapat perlakuan pendahuluan untuk mengurangi pengotor. Menurut Kataren (1986), pengotor dalam minyak terdiri dari tiga golongan, yaitu:

- (1) Kotoran yang tidak larut dalam minyak, seperti partikel jaringan, lendir dan getah, serat yang berasal dari kulit, mineral (Fe, Cu, Mg, dan Ga) serta air.
- (2) Kotoran yang berbentuk suspensi koloid seperti fosfolipid, karbohidrat, senyawa nitrogen, dan lain-lain
- (3) Kotoran yang terlarut dalam minyak, seperti: asam lemak bebas, sterol, zat warna, hidrokarbon dan zat lainnya

Faktor pengotor pada minyak yang secara dini dapat diantisipasi para ahli akan berdampak negatif pada penggunaan minyak nabati sebagai bahan bakar mesin diesel adalah kandungan fosfor dan asam lemak bebas.

Minyak mentah selalu mengandung sejumlah kecil fosfor yang biasanya dinamakan fosfolipid. Jika tidak dihilangkan, maka proses pembakaran dalam

mesin diesel akan mengubah fosfor menjadi garam atau asam fosfat yang kemudian akan mengendap menjadi kerak di dalam kamar pembakaran atau akan terbawa bersama gas buang sebagai pencemar udara. Selain fosfor, di dalam minyak mentah juga terdapat asam lemak bebas yang perlu dihilangkan. Asam lemak bebas bersifat korosif sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada komponen-komponen mesin diesel akibat korosi yang ditimbulkannya (Soerawidjaja, 2005). Selain itu, keberadaan fosfor menyebabkan minyak menjadi keruh selama penyimpanan dan dapat pula menaikkan akumulasi air di dalam biodiesel yang dihasilkan.

Langkah pemurnian untuk menghilangkan kadar fosfor ini dinamakan *degumming*. *Degumming* merupakan proses penghilangan getah atau lendir di dalam minyak. Pada proses *degumming*, selain fosfat, kandungan logam seperti Fe dan Cu dapat dikurangi. Proses *degumming* juga dapat meningkatkan kualitas dari biodiesel yang dihasilkan, karena standar biodiesel yang telah beredar di beberapa negara mensyaratkan kandungan fosfor maksimum sebesar 10 ppm. Pada penelitian ini akan dilakukan *degumming* dengan hidrasi dan *degumming* dengan menggunakan asam fosfat dan asam sitrat.

## METODE PENELITIAN

### Proses *Degumming* minyak jarak pagar

Pada proses ini, dilakukan dua macam metode *degumming*, yaitu:

1. *Degumming* dengan asam dan akuades
2. *Degumming* dengan asam, basa dan akuades

Dalam proses *degumming* dengan asam dan akuades, digunakan 50 g minyak jarak, kemudian dipanaskan pada suhu 60 – 70 °C sambil dilakukan pengadukan selama 15 menit. Setelah itu, ditambahkan 0,05 g asam fosfat atau asam sitrat, pengadukan dilakukan dengan intensitas tinggi selama 5 menit. Setelah 5 menit, lalu ke dalam minyak ditambahkan 1 g akuades dan pengocokan dilakukan pada intensitas rendah selama 5 menit. Minyak kemudian didinginkan hingga suhu 25 – 45 °C

selama 60 menit. Setelah itu, minyak dipanaskan hingga 60 – 70 °C, lalu disentrifugasi pada kecepatan 4000 rpm selama 15 menit.

Pada proses *degumming* dengan asam dan basa, sebanyak 50 g minyak jarak dipanaskan pada suhu 70 – 90 °C selama 15 menit sambil dilakukan pengadukan. Kemudian ditambahkan 0,05 g asam fosfat atau asam sitrat,

pengadukan dilakukan dengan intensitas tinggi selama 5 menit. Setelah itu, minyak dibiarkan selama 15 menit, lalu ditambahkan 0,05 g natrium hidroksida dan diaduk dengan intensitas rendah selama 5 menit. Minyak kemudian disentrifugasi pada kecepatan 4000 rpm selama 15 menit untuk memisahkan *gum* yang terbentuk. Ke dalam minyak yang telah dipisahkan dari *gum* lalu ditambahkan akuades sebanyak 1 g sambil dilakukan pengadukan pada kecepatan rendah selama 5 menit. *Gum* yang terbentuk dipisahkan kembali dari minyak dengan sentrifugasi pada kecepatan 4000 rpm selama 15 menit. Kemudian pada minyak yang telah *degumming* dilakukan analisis kadar fosfor.

#### Analisis kadar fosfor

Uji standar untuk kadar fosfor menggunakan metode FBI-A05-03. Pada metode ini, penentuan kadar fosfor dilakukan dengan mengabukan minyak yang telah ditambah seng oksida. Setelah itu, dilakukan pengukuran kadar fosfor dengan spektrofotometer sebagai kompleks asam fosfomolibdat yang berwarna biru.

Analisis kadar fosfor di dalam minyak jarak, dilakukan dengan cara menimbang sebanyak 3 gram minyak jarak ke dalam krus porselein dan ditambahkan 0,5 gram seng oksida. Kemudian dipanaskan pada pelat pemanas listrik hingga contoh mengental, pemanasan ditingkatkan secara perlahan hingga semua minyak

jarak sempurna menjadi arang. Setelah itu, krus dimasukkan ke dalam tanur yang bersuhu 550 – 600 °C dan dibiarkan selama 2 jam. Krus dikeluarkan dari tanur dan dibiarkan dingin hingga suhu kamar. Lalu ke dalam krus ditambahkan 5 mL akuades dan 5 mL asam klorida pekat, krus ditutup dan dipanaskan hingga mendidih selama 5 menit. Larutan tersebut kemudian disaring ke dalam labu takar 100 ml, lalu tutup krus dan dinding dalam krus dibilas dengan 5 ml akuades panas, pembilasan dilakukan kembali pada krus dan kertas saring dengan menggunakan 5 ml akuades panas sebanyak 4 kali ulangan. Setelah itu, larutan didinginkan hingga suhu kamar dan dinetralkan hingga agak keruh dengan penambahan tetes demi tetes larutan kalium hidoksida 50% b/b, kemudian ditambahkan asam klorida pekat tetes demi tetes agar seng oksida dapat melarut, lalu ditambahkan kembali 2 tetes asam klorida pekat. Larutan kemudian diencerkan hingga garis batas takar.

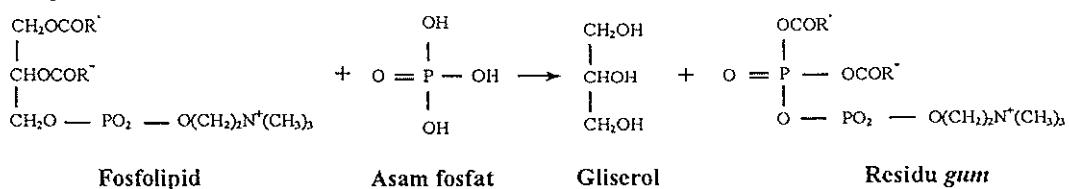
Larutan di atas kemudian dipipet sebanyak 10 mL ke dalam labu takar 50 mL, lalu secara berturut-turut ditambahkan 8 mL larutan hidrazin sulfat dan 2 mL larutan natrium molibdat. Setelah itu, labu takar ditutup, isinya dicampurkan, lalu tutup dilonggarkan dan labu takar dipanaskan selama 10 menit di dalam air yang telah mendidih. Kemudian labu didinginkan hingga suhu kamar di dalam air dingin. Campuran di dalam labu diencerkan dengan akuades sampai garis batas takar. Larutan kemudian diisikan ke dalam kuvet yang bersih dan kering, kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 650 nm. Dibuat pula larutan blangko dengan mengikuti prosedur di atas, tetapi tanpa menggunakan minyak jarak.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Proses *Degumming* Minyak Jarak Pagar

Hasil pengujian sifat-sifat minyak jarak pagar menunjukkan kadar fosfor sebesar 110 ppm. Kadar fosfor yang cukup tinggi ini dapat dihilangkan dengan proses *degumming*. Pada proses ini, dilakukan dua macam metode, yaitu *degumming* dengan asam dan air serta *degumming* dengan asam, basa dan air. Asam yang digunakan adalah asam fosfat dan asam sitrat masing-masing dengan konsentrasi 65, 75, dan 85%, sedangkan basa yang digunakan adalah natrium hidroksida pekat.

Asam fosfat merupakan asam yang sering digunakan dalam proses *degumming*. Asam akan mendekomposisi fosfolipid yang tidak larut dalam air menghasilkan endapan berwarna coklat. Pada *degumming* dengan asam fosfat, ketika asam fosfat ditambahkan ke dalam minyak, warna minyak berubah menjadi keruh akibat terbentuknya gum dan gliserol. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Setelah minyak direaksikan dengan asam, kemudian ditambahkan air sebanyak 2% dari berat minyak yang digunakan. Ketika air ditambahkan, sebagian besar dari fosfolipid akan terhidrasi dan menjadi tidak larut dalam minyak membentuk *gum* yang berwarna cokelat muda. Air yang ditambahkan

harus benar-benar sesuai, karena jika terlalu sedikit akan menyebabkan minyak menjadi keruh, sedangkan jika penambahan air terlalu banyak, dapat menyebabkan terhidrolisisnya trigliserida.

Suhu reaksi juga memegang peranan penting dalam proses *degumming*. *Degumming* akan berlangsung tidak sempurna dalam suhu reaksi yang tinggi, karena suhu tinggi meningkatkan kelarutan fosfolipid di dalam minyak dan dapat menyebabkan minyak menjadi rusak, sedangkan pada suhu rendah, tingginya viskositas minyak akan menyebabkan pemisahan *gum* yang terbentuk menjadi sulit. Oleh karena itu, suhu reaksi harus dipertahankan antara 60 – 80 °C.

Pada proses *degumming* dengan asam, basa, dan air, reaksi kimia yang terlibat dalam proses *degumming* dengan natrium hidroksida cukup sulit. Air yang terdapat pada larutan natrium hidroksida akan menghidrasi *gum* dan mengendapkan fosfatida. Natrium hidroksida akan menetralkan asam lemak bebas dan pengotor lainnya di dalam minyak. Namun, penggunaan natrium hidroksida mungkin mengakibatkan kerugian dalam efisiensi proses berupa tersabukannya trigliserida sehingga kandungan trigliserida dalam minyak akan berkurang. Keberadaan sabun juga akan menyebabkan terbentuknya larutan koloidal dari trigliserida dan sabun. Pembentukan emulsi minyak dalam air juga merupakan fenomena fisik ketika melakukan *degumming* dengan penambahan natrium hidroksida. Oleh karena itu, pada *degumming* dengan asam, basa, dan air, untuk memisahkan *gum* yang terbentuk harus dilakukan sentrifugasi, karena jika dibiarkan mengendap dengan sendirinya akan membutuhkan waktu yang lama untuk mendapatkan minyak yang jernih, tetapi pada *degumming* dengan asam dan air, *gum* yang terbentuk dapat terpisah jika dibiarkan beberapa lama, tetapi untuk mempercepat proses pemisahan, maka dilakukan sentrifugasi.

#### Analisis Kadar Fosfor

Setelah proses *degumming*, kemudian dilakukan analisis kadar fosfor di dalam minyak untuk mengetahui jenis asam dan metode *degumming* apa yang paling baik dalam menurunkan kadar fosfor pada minyak jarak pagar.

Analisis kadar fosfor dilakukan dengan mengukur kompleks fosfomolibdat yang berwarna biru dengan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 650 nm. Absorbansi yang didapatkan kemudian dibandingkan dengan standar fosfor yang telah dibuat terlebih dahulu, sehingga dapat diketahui berapa kadar fosfor di dalam minyak jarak pagar. Pada metode ini, minyak yang telah

ditambahkan seng oksida yang berfungsi sebagai pengoksidasi fosfor harus diarangkan terlebih dahulu di atas pelat pemanas. Minyak harus benar-benar menjadi arang sebelum dimasukkan ke dalam tanur, karena jika masih berbentuk minyak dikhawatirkan akan terbakar yang dapat menyebabkan kerusakan alat. Setelah itu, minyak diabukan di dalam tanur bersuhu 600 °C selama 2 jam, lalu didinginkan. Setelah dingin, ke dalam minyak yang telah menjadi abu ditambahkan 5 mL akuades yang berfungsi sebagai pelarut dan 5 mL asam klorida pekat untuk melarutkan seng oksida yang masih tersisa. Setelah itu, larutan dipanaskan hingga mendidih selama 5 menit. Larutan kemudian disaring ke dalam labu takar 100 mL, krus dan kertas saring dibilas dengan air panas agar tidak ada fosfor yang tertinggal. Larutan didinginkan hingga suhu kamar, lalu dinetralkan dengan larutan kalium hidroksida 50% hingga agak keruh yang mengindikasikan terbentuknya seng oksida, setelah itu, ditambahkan kembali asam klorida pekat hingga semua seng oksida melarut kembali, kemudian diencerkan dengan akuades hingga garis batas takar.

Larutan hasil pengabuan tersebut dipipet sebanyak 25 mL ke dalam labu takar 50 mL, kemudian ditambahkan 8 mL larutan hidrazin sulfat yang berfungsi sebagai pereduksi dan 2 mL larutan natrium molibdat, lalu dipanaskan selama 10 menit dalam air air mendidih sehingga larutan menjadi berwarna biru akibat terbentuknya kompleks fosfomolibdat. Setelah 10 menit, larutan diangkat, kemudian didinginkan dalam air dingin hingga suhu kamar dan diencerkan dengan akuades hingga garis batas takar. Larutan kemudian dilakukan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 650 nm.

Hasil analisis kadar fosfor untuk metode *degumming* dengan asam dan air dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 1, dapat terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi asam yang digunakan, maka kadar fosfor dalam minyak jarak semakin menurun. Hal ini disebabkan karena asam dengan konsentrasi lebih tinggi dapat lebih cepat menarik fosfolipid dan dapat lebih banyak bereaksi dengan fosfolipid.

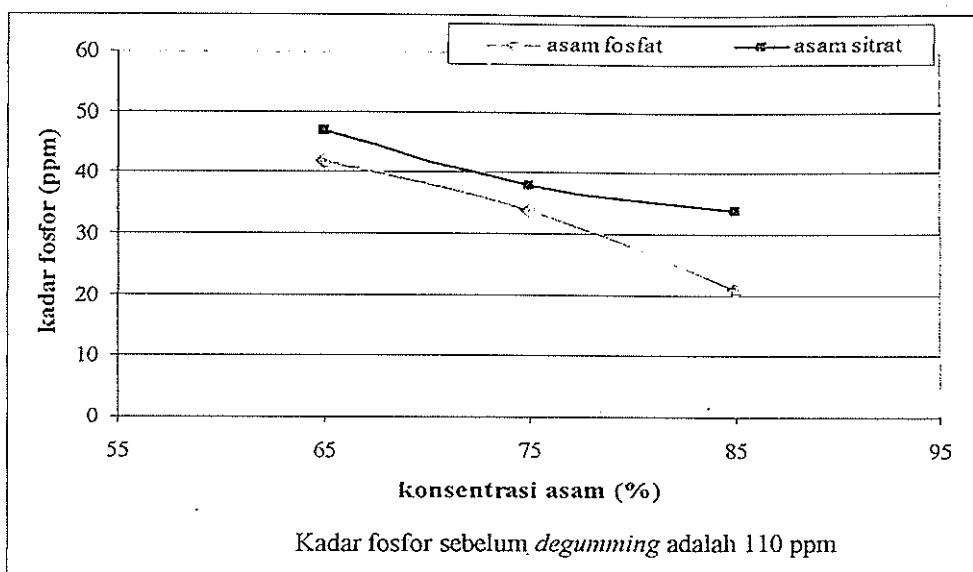
Tabel 1. Kadar fosfor minyak jarak setelah *degumming* dengan asam dan air

Jenis asam	konsentrasi asam (%)	kadar fosfor (ppm)	nisbah penurunan kadar fosfor (%)
	65	42	61,82
Asam fosfat	75	34	69,09

	85	21	80,91
	65	47	57,27
Asam sitrat	75	38	65,45
	85	34	69,09

Kadar fosfor sebelum *degumming* adalah 110 ppm

Perbandingan penurunan kadar fosfor pada minyak yang di *degumming* dengan asam fosfat dan asam sitrat, dapat dilihat pada Grafik 1 berikut ini.



Gambar 1. Grafik kadar fosfor minyak jarak pagar setelah *degumming* dengan asam

Dari grafik 1 terlihat bahwa penggunaan asam fosfat dapat menurunkan kadar fosfor lebih besar dibandingkan dengan asam sitrat. Hal ini dapat disebabkan oleh nilai pKa dari kedua asam tersebut. Asam fosfat memiliki nilai pKa yang lebih kecil dari asam sitrat, sehingga asam fosfat merupakan asam yang lebih kuat dan dapat bereaksi lebih kuat pula.

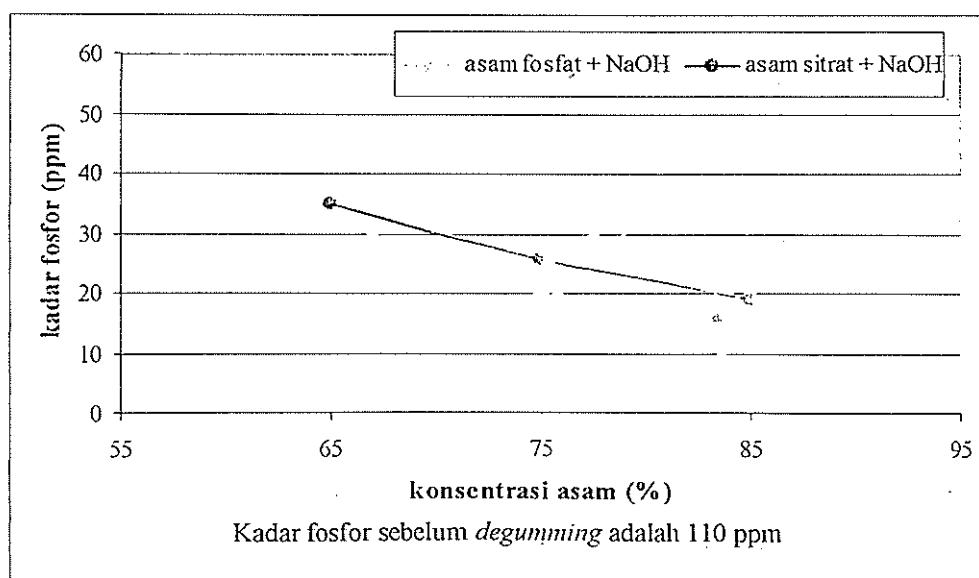
Pada metode *degumming* dengan asam, basa, dan air, hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 2 . Tidak jauh berbeda dengan metode *degumming* dengan asam dan air, penurunan kadar fosfor semakin besar seiring dengan bertambah besarnya konsentrasi asam.

Tabel 2. Kadar fosfor minyak jarak setelah *degumming* dengan asam dan NaOH

Jenis asam	konsentrasi asam (%)	kadar fosfor (ppm)	nisbah penurunan kadar fosfor (%)
Asam fosfat	65	32	70,91
	75	24	78,18
	85	8	92,73
Asam sitrat	65	35	68,18
	75	26	76,36
	85	19	82,73

Kadar fosfor sebelum *degumming* adalah 110 ppm

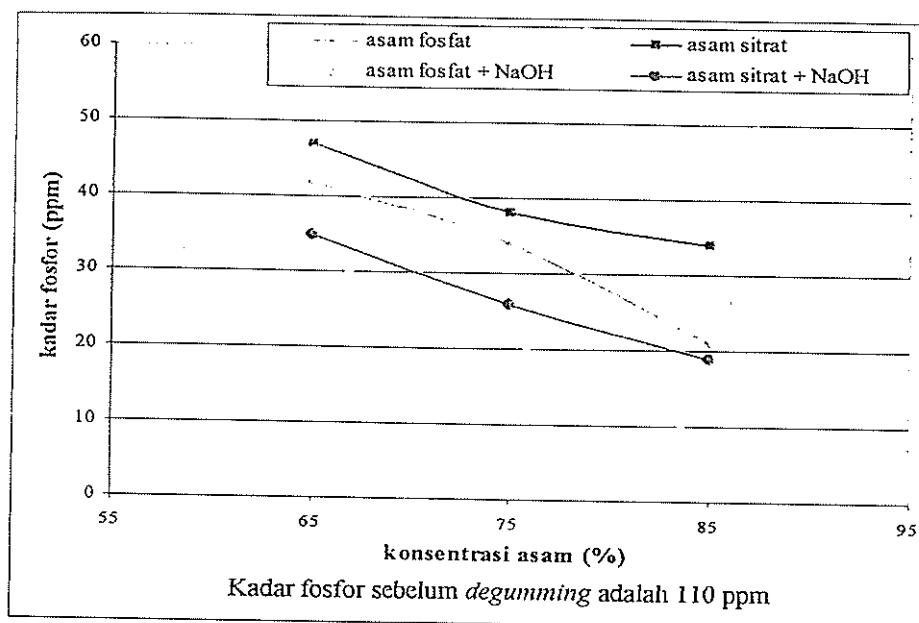
Penurunan kadar fosfor lebih tinggi terjadi pada *degumming* dengan asam fosfat dibandingkan dengan asam sitrat pada semua konsentrasi asam yang digunakan, yang dapat dilihat pada Grafik 2. Kadar fosfor terendah adalah 8 ppm yang didapatkan dari *degumming* dengan menggunakan asam fosfat 85%, natrium hidroksida dan air.



Gambar 2. Grafik kadar fosfor minyak jarak pagar setelah *degumming* dengan asam dan NaOH

Pada Grafik 3, dapat dilihat perbandingan kadar fosfor minyak jarak pagar setelah *degumming* dengan asam dan air dan *degumming* dengan asam, basa,

dan air. Grafik 3 memperlihatkan bahwa *degumming* dengan metode asam, basa dan air dapat menurunkan kadar fosfor lebih banyak dibandingkan dengan metode *degumming* dengan asam dan air. Kadar fosfor dapat diturunkan hingga 8 ppm dari kadar fosfor awal sebesar 110 ppm dengan menggunakan metode *degumming* dengan asam fosfat 85%, NaOH, dan air.



Gambar 4. Grafik perbandingan kadar fosfor minyak jarak pagar setelah *degumming* dengan asam dan *degumming* dengan asam dan natrium hidroksida

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Rendemen minyak yang dihasilkan dari biji jarak pagar yang diambil dengan menggunakan mesin pengepres hidrolik adalah sebesar 29,88% b/b
2. Semakin besar konsentrasi asam yang digunakan, maka akan semakin kecil kadar fosfor dalam minyak jarak.
3. Metode *degumming* yang dapat menurunkan kadar fosfor terbanyak adalah dengan menggunakan asam fosfat 85%, natrium hidroksida dan air, menurunkan kadar fosfor hingga 8 ppm dari kadar fosfor awal sebesar 110 ppm di dalam minyak jarak atau memiliki nisbah penurunan kadar fosfor sebesar 92,73%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Brodjonegoro, T.P. 2005. Perguruan Tinggi Minati Biodiesel. Cakrawala, Harian Pikiran Rakyat.
- Fessenden, R.J. dan J.S. Fessenden. 1986. Kimia Anorganik Jilid 2. Diterjemahkan oleh A.H. Pudjaatmaka. Penerbit Erlangga, Jakarta..
- Gubitz, G.M., M. Mittelbach, and M. Trabi. 1997. Biofuel and Industrial Products From Jatropha Curcas. Symposium Jatropha 97, Nicaragua.
- Hambali, E. dkk. 2006. Jarak Pagar Tanaman Penghasil Biodiesel. Penebar swadaya, jakarta.
- Heller, J. 1997. *J. Curcas: Potential, Limitations and Further Reaserch Needs*. Symposium Jatropha 97, Nicaragua.
- Ketaren, S. 1986. Minyak dan Lemak Pangan. UI press, Jakarta.
- Knothe, G., J. Van Gerpen, and J. Krahf. 2005. The Biodiesel Handbook. AOCS press. Illinois.
- Lele, S. The Cultivation Of Jatropha Curcas. Available online at [www.sylele.com](http://www.sylele.com). (diakses tanggal 13 November 2005)
- Mittelbach, M. and C. Remschmidt. 2004. *Biodiesel : The comprehensive Handbook*. Boersedruck Ges.m.b.H. Vienna.
- Mulyantara, FX L.T. dan K. Sulistiadji. 2004. Biodiesel, bahan bakar campuran ramah lingkungan. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian, vol. 26 no. 3.
- O'brien, R.D. 1998. *Fats and Oil: Formulating and Processing for Applications*. Technomic publishing co., Texas.
- Soerawidjaja, T.H. 2005. Potensi Indonesia Menghasilkan Biodiesel. Cakrawala, Harian Pikiran Rakyat.
- Suherman, C. 2005. Budidaya Tanaman Jarak (*Jatropha Curcas L.*) Bahan Alternatif Biofuel. Ceramah ilmiah "Jarak, Komoditas Andalan Agribisnis". Himpunan Mahasiswa Sosial Ekonomi Pertanian UNPAD, Bandung.
- Winarno, F.G. 1997. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.