

INVESTIGASI POTENSI JARAK PAGAR SEBAGAI PELUMAS ANTI GESEK

Iis Siti Aisyah^{*1}, Yeyen Ika Widayawati², Dini Kurniawati³, Trihono Sewoyo⁴, Maftuchah⁵, Ali Saifullah⁶

Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Malang

Kontak Person:

Iis Siti Aisyah

Universitas Muhammadiyah Malang

E-mail: siti@umm.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan minyak jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn.) sebagai salah satu alternatif pelumas dasar mesin-mesin perkakas ringan, dengan menggunakan tribology test. Dengan mengukur kualitas performan pelumas menggunakan baja ST41 yang berputar diatas pin on disc tribometer, dengan putaran 83,5 rpm, waktu dan beban konstan, yaitu 5 menit dan beban 500 gram. Pengujian dilakukan dengan tanpa pelumas dan dengan pelumas yaitu 100% minyak jarak pagar, 100% pelumas mineral, dan perbandingan campuran minyak jarak pagar dengan pelumas mineral, yaitu 90:10, 80:20, dan 70:30. Hasil optimum yang diperoleh adalah pada perbandingan 70:30 dimana laju keausan sebesar 9,61 /kg.. Pelumasan pada komposisi tersebut sukses mengurangi total tegangan pada area permukaan sticking dan sliding dengan membentuk lapisan tipis yang melindungi baja dari gesekan

Kata kunci: jarak pagar, tribology, pelumas, uji SEM.

1. Pendahuluan

Kebutuhan cairan pendingin dan pelumas berbahan dasar minyak di dunia semakin meningkat dari tahun ke tahun. Diperkirakan di tahun 2020 kebutuhan akan cairan pendingin ini 45.40 juta ton [1]. Meskipun cairan pendingin dan pelumas berbahan dasar minyak bumi dan minyak mineral dewasa ini mendominasi pemakaian pada proses pemotongan logam, tetapi karena masalah ketersediaan, lingkungan dan masalah kesehatan maka perlu untuk dicari material lain yang lebih ramah lingkungan dan kesehatan, serta ketersediaannya bisa kontinu. Salah satu bahan minyak pelumas dan atau pendingin yang banyak dilirik adalah minyak jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn.) karena faktor ketersediaannya (terbaharukan) dan ke ramah lingkungannya (biodegradability).

Rencana Induk Penelitian Universitas Muhammadiyah Malang yang telah ditetapkan Senat UMM memiliki tema besar yaitu Ketahanan Pangan dan Energi. Maka serangkaian penelitian telah dilakukan diantaranya adalah tanaman jarak pagar. Jarak pagar dapat dipergunakan secara langsung untuk kebutuhan rumah tangga sebagai pengganti kebutuhan minyak tanah dan secara agronomis sesuai dengan agroklimat di Indonesia. Akan tetapi, permasalahan serius yang dihadapi saat ini adalah belum adanya varietas unggul [2]. Tim Peneliti Universitas Muhammadiyah Malang telah melaksanakan rangkaian penelitian jarak pagar mulai tahun 2005, dan telah diperoleh beberapa hasil persilangan unggul yang responsif terhadap cekaman kekeringan dan memiliki tingkat produksi tinggi. Pada tahun 2018 Tim peneliti Universitas Muhammadiyah Malang telah memperoleh Sertifikat Hak Perlindungan Varietas Tanaman, dari Pusat Perlindungan Varietas Tanaman dan Perijinan Pertanian (Kantor PPVTPP) Kementerian Pertanian RI, Nomor 00412/PPVT/T/2018 tanggal 25 Januari 2018 untuk tanaman tahunan *Jatropha curcas* JCUMM5 [3]. Varietas tersebut memiliki karakter toleran cekaman kekeringan dan tingkat produksi tinggi di lahan kering. Secara langsung ketersediaan varietas tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber bibit dan tetua persilangan dalam program pemulihan jarak pagar.

Minyak jarak pagar sebagai bahan dasar pelumas memiliki keunggulan dibandingkan sumber energi lain yaitu mudah mengalir dari suhu rendah ke bagian pelat bersuhu lebih tinggi karena kekentalan minyak berkurang akibat kenaikan suhu, mudah membentuk emulsi dengan air, daya lumas lebih baik daripada minyak mineral, melekat lebih baik pada bidang-bidang logam yang basah atau lembap [4]. Hal tersebut memungkinkan minyak jarak pagar yang termasuk minyak nabati dijadikan sebagai alternatif bahan dasar pelumas, di samping juga bisa digunakan sebagai bioethanol yang

dikembangkan lebih dulu di UMM [5], serta sebagai bahan bakar diesel yang mampu memberikan angka konsumsi bahan bakar spesifik (*specific fuel consumption*) yang lebih tinggi daripada yang diberikan oleh biosolar standar [6].

Pelumas pada proses machining digunakan untuk memperkecil kontak antar benda kerja, melumasi dan mengurangi gesekan dan keausan, mendinginkan sekaligus melindungi permukaan benda kerja dari korosi. Tanpa pelumas maka akan terjadi percepatan keausan, terjadi tegangan sisa/residual stress, kesalahan ukuran dan finishing permukaan yang tidak sempurna. Umumnya pelumas memiliki komposisi yang terdiri atas 90% minyak dasar dan 10% zat tambahan. Pelumas dasar dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu minyak mineral, organik, dan sintetis. Minyak nabati merupakan pelumas dasar yang berasal dari komponen lemak tumbuh-tumbuhan (nabati) dan hewan (hewani). Minyak sintetis berasal dari bahan kimia yang mengalami proses sintetis hidrokarbon (misalnya *polyolefin*, golongan ester, atau golongan *alkylated naphthalene*). Sedangkan minyak jarak merupakan trigliserida yang asam lemaknya didominasi oleh asam risinoleat. Ciri khusus dari asam risinoleat adalah memiliki ikatan rangkap dan juga gugus hidroksil, artinya minyak jarak memiliki potensi digunakan sebagai bahan dasar pelumas. Selain itu, minyak jarak memiliki sifat yang kental (*viscous*) pada suhu tinggi, titik tuang yang rendah, indeks ketahanan beban yang cukup tinggi, serta tetap cair pada suhu rendah [7]. Keunggulan minyak jarak sebagai pelumas yang bahan dasarnya berasal dari nabati ini antara lain sebagai alternatif pengganti minyak pelumas yang berasal dari minyak bumi, sehingga mengurangi ketergantungan terhadap minyak bumi. Minyak jarak tersedia relatif mudah diperoleh, karena biji tanaman jarak (*Ricinus communis L.*) tumbuh baik di iklim Indonesia dan bukan komoditas pangan. Minyak jarak bersifat ramah lingkungan dalam arti limbahnya tidak mencemari lingkungan.

Peneliti terdahulu telah melakukan observasi dengan menggunakan minyak nabati, antara lain minyak bunga matahari, canola, dan palm, mereka menyatakan bahwa minyak nabati terbukti memiliki sifat melumasi yang lebih besar dibanding minyak mineral dalam hal gaya potong, temperatur, surface finish dan karakteristik tribology [8], [9], [10]. Minyak nabati juga memiliki viskositas dan index viskositas yang tinggi yang berpengaruh besar pada prestasi mesin dan efektif melumasi permukaan kontak tool-chip [10]. Minyak nabati membentuk lapisan tipis antara tool dengan benda kerja sehingga mampu mengendalikan kondisi pelumasan dengan baik dengan koefisien gesek yang rendah [11].

Maka penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan minyak jarak pagar (*Jatropha curcas* Lyn.) sebagai salah satu minyak nabati dengan harapan mampu menjadi alternatif pelumas dasar mesin-mesin perkakas ringan, dengan menggunakan *tribology test*, yaitu sebuah alat tribometer yang digunakan untuk mengukur kuantitas *tribology* yang terdiri dari koefisien gesek, gaya gesek, dan volume keausan antara dua material yang saling bergesekan. Pada penelitian ini digunakan alat tribometer tipe *pin-on-disc*, dimana gesekan terjadi antara *disc* dengan *pin*. *Pin* dalam keadaan diam dan *disc* akan berputar dengan kecepatan tertentu sehingga menimbulkan gesekan.

2. Metode Penelitian

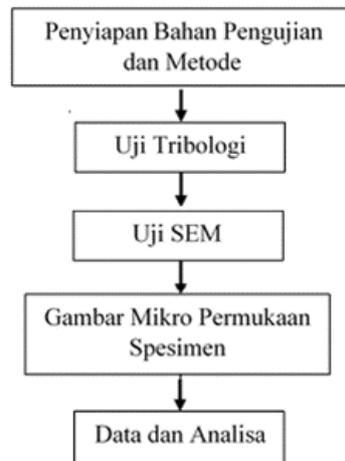
Penelitian dilakukan mengikuti diagram alir pada Gambar 1. Pengujian dilakukan menggunakan Tribometer tipe Pin on Disc untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi campuran minyak jarak dengan minyak mineral, terhadap goresan keausan, dengan cara pengukuran volume keausan menggunakan gambar hasil uji SEM (scanning electron microscopy).

Bahan yang digunakan adalah campuran minyak jarak pagar dengan minyak mineral. Minyak jarak pagar disini adalah dari tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas L.*) hasil persilangan yang dilakukan oleh Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Muhammadiyah Malang dan selanjutnya diekstrak menjadi minyak. Karakteristik fisik dari minyak jarak pagar dapat dilihat pada Tabel 1.

Dalam penelitian ini digunakan pelumas mineral X SAE 15W-40 sebagai campuran. Pelumas jenis ini dapat digunakan untuk pelumas mesin diesel transportasi dan industri. Spesifikasi pelumas dapat dilihat dalam Tabel 2.

Dalam menentukan kualitas pelumas, untuk mengurangi keausan dan gesekan, penelitian ini menggunakan alat tribometer *pin-on-disc*. Prinsip kerja dari mesin ini adalah adanya gerak relatif antara material yang bergesekan, yaitu berupa *pin* dalam keadaan diam

dan *disc* keadaan berputar. *Disc* akan berputar dengan kecepatan tertentu dan *pin* diberikan beban agar permukaan *pin* menekan pada permukaan *disc* sehingga menimbulkan gesekan. Sebelum proses pengujian dilakukan, permukaan *disc* terlebih dahulu dilumasi dengan pelumas. Prosedur yang dilakukan untuk pengujian ini adalah diawali dengan proses pengampelasan spesimen menggunakan ampelas 60, 360, 400 dan 5000, selanjutnya dipoles menggunakan autosol dan kain beludru, kemudian dilakukan pengujian tribologi. Spesimen dikaitkan diatas *disc* yang berputar dengan putaran 83,5 rpm, dengan waktu dan beban konstan, yaitu 5 menit dan beban 500 gram. Pengujian dilakukan dengan tanpa pelumas dan dengan pelumas yaitu 100% minyak jarak pagar, 100% pelumas mineral, dan perbandingan campuran minyak jarak pagar dengan pelumas mineral, yaitu 90:10, 80:20, dan 70:30.



Gambar 1 Diagram alir penelitian

Tabel 1 Karakteristik fisika minyak jarak pagar

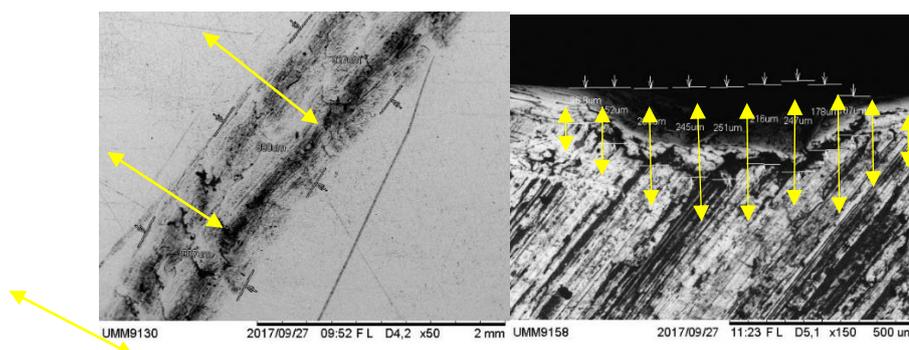
No	Karakteristik Fisika	Hasil
1	Viskositas (cst)	45,783
2	Titik Nyala (°C)	168
3	Massa Jenis (gr/ml)	0,960
4	Nilai Kalor (kal/gr)	9333,898

Tabel 2 Spesifikasi pelumas SAE 15W-40

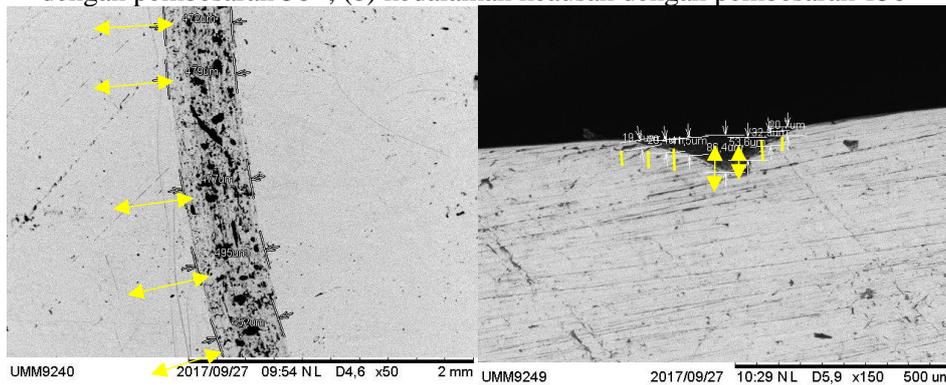
Minyak Pelumas	Viskositas Dinamik		Viskositas Indeks (VI)
	40°C (Pa.s)	100°C (Pa.s)	
SAE 15W-40	0,09924	0,01332	139

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengukuran lebar dan kedalaman goresan (bekas gesekan pin) tampak pada Gambar 2 hingga Gambar 7 dibawah, yaitu foto mikro permukaan dari baja ST41.



Gambar 6 Foto mikro permukaan baja ST41 dengan perbandingan pelumas 70:30 (a) lebar keausan dengan pembesaran 50×, (b) kedalaman keausan dengan pembesaran 150×



Gambar 7 Foto mikro permukaan baja ST41 dengan 100% pelumas mineral (a) lebar keausan dengan pembesaran 50×, (b) kedalaman keausan dengan pembesaran 150×

Dari foto SEM permukaan baja ST41 yang telah di uji tribometer, diperoleh hasil pengukuran lebar dan kedalaman keausan yang ditampilkan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3 Data hasil pengukuran lebar goresan (bekas gesekan)

Perbandingan Variasi Campuran Pelumas	Lebar (μm)						Rata-rata (μm)
Tanpa pelumas*	927	907		890			908
100% jarak pagar	757	680		607			681,33
90:10	685	665		672			674
80:20	688	622		680			663,33
70:30	495	522	564	459	448	520	501,33
100% mineral*	472	479	477	495	452		475

Keterangan : (*) pembandingan

Tabel 4 Data hasil pengukuran kedalaman goresan (bekas gesekan)

Perbandingan Variasi Campuran Pelumas	Kedalaman (μm)										Rata-rata (μm)
Tanpa pelumas*	96,8	152	209	245	251	216	247	178	107		189,09
100% jarak pagar	39,9	60,6	64,2	118	158	212	166	107	79,5		111,69
90:10	71,3	81,8	108	137	158	139	119	90,7	68,7		108,17
80:20	60,9	83,8	114	124	121	84,7	90	100			97,3
70:30	64,8	67,4	70	148	90,7	156	90,9	62,3			93,76
100% mineral*	19,3	20,4	41,5	86,4	53,6	32,9		20,7			39,26

Keterangan : (*) pembandingan

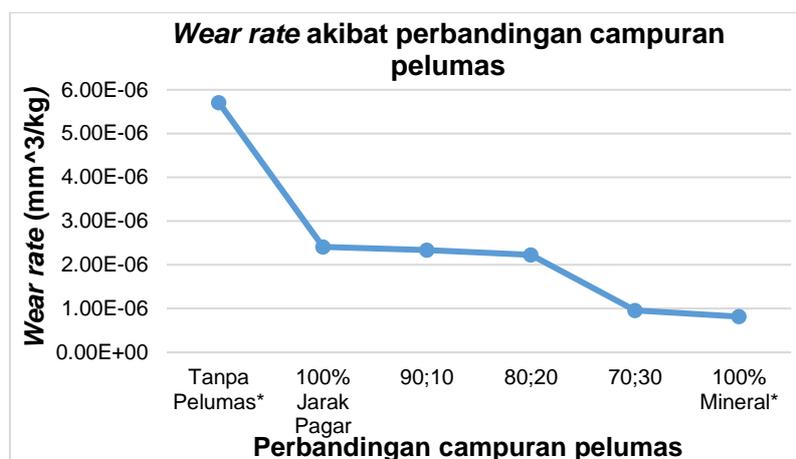
Dari tabel di atas tampak bahwa pengukuran lebar dan kedalaman permukaan spesimen dalam rata-rata micron yang tidak stabil dan pada beberapa hasil pengujian terdapat hasil goresan di luar alur gesekan pin. Hal ini terjadi karena adanya getaran yang disebabkan oleh alat uji yang menyebabkan sudut kontak antara *pin* dan *disc* tidak sempurna untuk semua posisi, sehingga untuk memperoleh goresan (bekas gesekan pin) yang lebih presisi maka perlu diperhatikan getaran yang terjadi pada alat *pin-on-disc test*. Hasil pengukuran lebar dan kedalaman tersebut digunakan untuk menentukan laju keausan. Dari perhitungan tersebut diperoleh tabel dan grafik hubungan laju keausan (*wear rate*) terhadap perbandingan campuran pelumas seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5 dan Gambar 8.

Tabel 5 Hubungan laju keausan terhadap perbandingan campuran pelumas

Perbandingan Variasi Campuran Pelumas	Laju Keausan (W_s) (mm^3/kg)
Tanpa pelumas*	$5,71 \times 10^{-6}$
100% jarak pagar	$2,41 \times 10^{-6}$
90:10	$2,34 \times 10^{-6}$
80:20	$2,23 \times 10^{-6}$
70:30	$9,61 \times 10^{-7}$

100% mineral*	$8,18 \times 10^{-7}$
---------------	-----------------------

Keterangan : (*) pembandingan



Gambar 8 Grafik hubungan laju keausan terhadap perbandingan campuran pelumas

Gambar 8 memperlihatkan hubungan antara laju keausan (*wear rate*) terhadap perbandingan campuran pelumas. Hasilnya memperlihatkan bahwa laju keausan yang paling besar terjadi pada pengujian tanpa pelumas yaitu $5,71 \times 10^{-6}$ mm³/kg, pengujian dengan 100% minyak jarak pagar, yaitu $2,41 \times 10^{-6}$ mm³/kg, diikuti pengujian dengan perbandingan campuran pelumas minyak jarak pagar dengan pelumas mineral SAE 15W-40 yaitu perbandingan 90:10 sebesar $2,34 \times 10^{-6}$ mm³/kg, erbandingan 80:20 sebesar $2,23 \times 10^{-6}$ mm³/kg, dan perbandingan 70:30 sebesar $9,61 \times 10^{-7}$ mm³/kg dan selanjutnya laju keausan terkecil diperoleh dari pengujian dengan 100% pelumas mineral SAE 15W-40 yaitu $8,18 \times 10^{-7}$ mm³ /kg lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan 100% minyak jarak pagar maupun dengan perbandingan campuran pelumas. Hal ini disebabkan karena minyak jarak pagar yang digunakan untuk penelitian ini merupakan minyak jarak pagar murni yang belum diproses lebih lanjut, seperti penambahan zat aditif (bahan kimia) yang fungsinya untuk meningkatkan kualitas dari pelumas. Dari hasil perhitungan laju keausan tersebut bahwa perbandingan campuran minyak jarak pagar dengan pelumas mineral berpengaruh terhadap laju keausan, dimana hasil perbandingan optimum campuran pelumas diperoleh dari perbandingan 70:30 dengan laju keausan sebesar $9,61 \times 10^{-7}$ mm³/kg.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa perbandingan campuran minyak jarak pagar dengan pelumas mineral berpengaruh terhadap laju keausan. Hasil perbandingan optimum campuran pelumas diperoleh dari perbandingan 70:30 dengan laju keausan sebesar $9,61 \times 10^{-7}$ mm³/kg. Efek lubrikasi dengan menggunakan variasi komposisi 70:30 mengurangi lebar dan kedalaman bidang kontak tool/chip dibandingkan dengan tanpa menggunakan pelumas sama sekali, ataupun menggunakan komposisi 100% minyak jarak. Penambahan pada komposisi tersebut sukses mengurangi total tegangan pada area permukaan *sticking dan sliding* dengan membentuk lapisan tipis yang melindungi dari gesekan

Referensi

- [1] Hossein, Md. A., Iqbal, M.A.M., Julkapli, N.M., Kong, P.S., Ching, J.J., Lee, H.V., 2018. Development of catalyst complexes for upgrading biomass into ester-based biolubricants for automotive applications: a review. *RSC Adv.*, 8. 5559, 2018.
- [2] Sudarmo, H., Heliyanto, B., Suwarso, dan Sudarmadji. 2007. Akses potensial jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Prosiding Lokakarya II: Status Teknologi Tanaman Jarak Pagar di Bogor, 29 Nopember 2006. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian & Pengembangan Perkebunan, 2007.
- [3] Maftuchah, Zainudin. A., and Sudarmo, H., 2013. Production of physic nut hybrid progenies and their parental in various dry land. *Agricultural Sciences*, Vol. 4, No. 1, Pp. 48-56, 2013.

- [4] Sharma YC, Singh B. Development of biodiesel: Current scenario. Vol. 13, Renewable and Sustainable Energy Reviews. Pp. 1646–51, 2009.
- [5] Iis Siti Aisyah, Wiki Setyoadi, Ahmad Fauzan, Performance of Four Stroke One Cylinder IC Engine with Dual Spark Plugs Using 94-100% Ethanol, Journal of Energy Technology and Policy, Vol 6, No.4, 2016
- [6] Kurniawati, D., Effect of Alkaline Metal Catalyst to Transesterification of Jatropha Curcas Oil, Journal of Energy, Mechanical, Material, and Manufacturing Engineering. Vol. 3, No. 1, Pp. 31-42, 2018.
- [7] Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Infotek Jarak Pagar Volume 1, Nomor 2, Februari 2006. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, 2006.
- [8] Mang T, Dressel, Lubricant and Lubrication, 2nd Weinheim, Germany, Willey Verlag GmBh, 2007.
- [9] Skerlos SJ, Hayes KF, Clarens AF, Current Advances in sustainable metalworking fluids research. International Journal of Sustainable Manufacturing, 2008.
- [10] Belluco W, Chiffre L, Performance evaluation of Vegetable based oil in drilling austenitic stainless steel. Journal of Material Processing Technology, Vol. 148, Pp. 171-178, 2004.
- [11] Kuram E, Ozcelik B, Simsek BT, Demirbas E, The effect of extreme pressure added vegetable based cutting fluids on cutting performances in milling. Industrial Lubrication and Tribology, Vol. 65, No. 3, Pp. 181-193, 2013.