

TANIN DARIPADA SERBUK TANDAN SAWIT KOSONG DAN APLIKASINYA DALAM INDUSTRI PETROLEUM

M. N. MOHAMAD IBRAHIM^{1*} & M. A. MARLIANA²

Abstrak. Kajian ini bertujuan untuk menilai keberkesanan tanin yang diekstrak daripada serbuk tandan sawit kosong (TSK) sebagai agen perencat karat dan juga sebagai penipis lumpur gerudi. Daripada kajian yang dijalankan, didapati peratusan hasil pengekstrakan tanin secara rendaman menggunakan pelarut aseton 70% (v/v) ialah 4.49%. Kehadiran tanin disahkan melalui analisis spektroskopi infra-merah (IR) yang dijalankan terhadap hasil yang diekstrak keluar. Keberkesanan tanin sebagai agen perencat karat dikaji melalui pemerhatian tindak balas melalui spektroskopi infra-merah, analisis mikroskop elektron imbasan (SEM) dan spektroskopi sinar-X serakan tenaga (EDX). Keputusan ujian yang dijalankan mendapati bahawa tanin yang dihasilkan boleh berfungsi sebagai agen perencat karat. Ketulenan tanin dianalisis menggunakan spektroskopi ultra ungu nampak (UV-vis). Walaupun tidak tulen, tanin yang diperolehi mampu berfungsi sebagai penipis lumpur gerudi. Selain daripada agen perencat karat dan penipis lumpur, tanin juga berpotensi sebagai pengawal kehilangan bendalir dan prestasinya didapati lebih baik daripada prestasi bahan tambah komersial.

Kata kunci: Tanin, tandan sawit kosong, agen perencat karat, penipis lumpur, pengawal kehilangan bendalir

Abstract. The purpose of this study is to evaluate the potential of tannin extracted from oil palm empty fruit bunches (EFB) as a rust deactivator and drilling mud thinner. From the study, the yield of tannin extracted using 70% acetone was 4.49%. Infrared analysis (IR) confirmed that the compound extracted was tannin. Tannin potential as a rust deactivator was proven by several analyses such as infrared spectroscopy (IR), scanning electron microscopy (SEM), and energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX). These tests showed that the tannin was functioning as a rust deactivator. The purity of the tannin was analysed using Ultraviolet (UV-vis). Although the sample was not as pure as commercial tannin, the extracted tannin still could act as a drilling mud thinner. Besides as a rust deactivator and thinner, tannin also has the potential to be used as a fluid loss reducer and its performance was found to be better than a commercial product available in the market.

Keywords: Tannin, empty fruit bunches, rust deactivator agent, drilling mud thinner, fluid loss reducer

1.0 PENGENALAN

Perencat karat ialah sejenis bahan kimia yang dapat diaplikasikan terhadap permukaan logam yang berkarat dan berupaya membantutkan proses pengaratan.

^{1&2} Pusat Pengajian Sains Kimia, Universiti Sains Malaysia, 11800 Minden, Pulau Pinang.
*Corresponding author: Tel: 04-6533554, Fax: 04-6574854, E-mail: mnm@usm.my

Kebanyakan perencat karat yang digunakan pada masa kini mengandungi kromat atau plumbum yang merupakan logam berat yang berbahaya. Oleh itu, perencat karat alternatif seperti tanin perlu diperluas penggunaannya kerana kandungannya lebih mesra kepada alam sekitar dan selamat kepada kesihatan manusia.

Dalam kajian ini, tanin berpotensi untuk bertindak sebagai penipis lumpur gerudi dalam aktiviti penggerudian petroleum. Semasa operasi penggerudian petroleum, lumpur digunakan untuk menghalang bendalir formasi daripada memasuki telaga yang digerudi. Selain itu, lumpur berfungsi menyejukkan bit gerudi dan melicinkan pergerakan bit gerudi. Walau bagaimanapun, lumpur likat akibat daripada suhu yang tinggi ketika proses penggerudian akan menghalang pergerakan bit gerudi. Suatu bahan tambah iaitu penipis lumpur diperlukan untuk mendapatkan hasil penggerudian yang optimum. Penipis lumpur ialah bahan tambah yang digunakan untuk mengawal kelikatan, takat alah, kekuatan gel dan sifat kehilangan bendalir lumpur. Penipis lumpur gerudi bertindak sebagai agen pemeraihan yang bertindak menyebarkan zarah-zarah berkoloid dalam lumpur untuk mengurangkan kelikatannya.

Penggunaan penipis lumpur yang bertoksik seperti krom lignosulfonat dan ferokrom lignosulfonat adalah sangat meluas kerana keberkesanan serta harganya yang murah. Perkembangan ini amat membimbangkan banyak pihak terutama pencinta alam kerana bahan tambah tersebut boleh mengancam nyawa manusia, terutama pekerja yang mengendalikan secara langsung bahan kimia tersebut. Perkara ini akan lebih membimbangkan jika berlakunya kebocoran semasa proses penggerudian. Kemalangan akan menyebabkan lumpur yang bercampur dengan bahan kimia bertoksik ini menembusi zon air minuman dan mencemarkan air laut jika operasi penggerudian dijalankan di dasar laut. Kejadian seperti ini akan membahayakan kesihatan manusia dan hidupan marin di sekelilingnya.

Ujian terhadap sifat lumpur yang ditambah tanin dengan mengambil kira perubahan suhu, tempoh masa pemanasan, dan dos yang ditambah menunjukkan bahawa bahan tambah ini berpotensi sebagai bahan alternatif kepada penipis komersial. Selain itu, penggunaan agen perencat karat amat penting dalam aktiviti penggerudian terutama apabila menggunakan lumpur dasar air kerana hampir keseluruhan struktur paip gerudi diperbuat daripada logam yang mudah berkarat. Oleh itu keupayaan tanin sebagai agen perencat karat menawarkan pilihan tambahan kepada jurutera penggerudian dalam memilih bahan tambah yang mesra alam. Selain itu, penggunaan tanin umpama pakej bahan tambah dua dalam satu kepada lumpur gerudi yang sangat penting kegunaannya dalam proses untuk mendapatkan hidrokarbon pada kadar yang optimum.

2.0 KAEDAH PENGEKSTRAKAN TANIN

Bahan kimia yang digunakan untuk tujuan pengekstrakan ialah larutan aseton gred analisis. Serbuk tandan buah kelapa sawit kosong (TSK) dibekalkan oleh Sabutek

(M) Sdn. Bhd., syarikat pemprosesan sisa kelapa sawit tempatan di Teluk Intan, Perak Darul Ridzuan.

Untuk mengekstrak tanin, 200 g serbuk tandan sawit kosong bersaiz 250 mesh dimasukkan ke dalam bikar 2000 ml. Sejumlah 800 ml larutan aseton 70% kemudiannya dituang ke dalam bikar tersebut dan dikacau dengan kuat dan sempurna pada 2300 Putaran Per Minit (PPM) dengan menggunakan pengaduk elektrik. Rendaman TSK tadi kemudiannya ditutup menggunakan kertas aluminium dan dibiarkan selama 24 jam.

Selepas 24 jam, rendaman dituras dengan menggunakan penuras vakum. Baki turasan dikumpulkan untuk rendaman kali kedua dan ketiga sehingga warna larutan menjadi perang muda. Hasil pengekstrakan yang larut dalam pelarut aseton-air bagi ketiga-tiga kali rendaman dikumpulkan dan dituras sekali lagi sebelum dilaksanakan langkah seterusnya.

Hasil pengekstrakan tersebut kemudiannya dimasukkan ke dalam pemeruap berputar pada suhu 40°C untuk menyingkirkan pelarut aseton daripada larutan. Kemudian, ekstrak akueus yang tertinggal dipekatkan pada suhu 80°C. Larutan akueus yang pekat dituang ke dalam piring petri dan dimasukkan ke dalam ketuhar pada suhu 45°C selama lebih kurang dua hari sehingga sampel benar-benar kering. Hasil tersebut kemudiannya dihancurkan untuk mendapatkan tanin dalam bentuk serbuk yang halus. Tanin yang didapati kemudiannya dianalisis menggunakan ujian spektroskopi infra-merah dan spektroskopi ultra lembayung nampak.

3.0 UJIAN KEBERKESANAN TANIN SEBAGAI AGEN PERENCAT KARAT

Bahan kimia yang digunakan dalam langkah ini ialah natrium klorida (gred analisis), tanin yang diekstrak dan air suling.

Untuk menjalankan ujian ini, kepingan besi berbentuk segi empat tepat berukuran 18 cm × 7 cm disediakan. Plat-plat besi tersebut dibersihkan dengan menggunakan kertas pasir untuk menyingkirkan oksida yang terdapat pada permukaan plat tersebut. Kemudian, larutan NaCl 3% yang bersamaan dengan kepekatan air laut disemburkan pada permukaan plat besi dan dibiarkan selama sehari.

Ujian pertama dijalankan untuk memerhati tindak balas tanin dengan karat. Bagi ujian ini, dua set plat besi yang dikaratkan disediakan dengan setiap set terdiri daripada dua keping plat besi yang mewakili pemerhatian bagi tempoh seminggu dan sebulan. Bagi set pertama, permukaan plat yang berkarat disapukan dengan larutan tanin 10% (w/w), manakala set kedua pula merupakan set kawalan. Sebarang perubahan diperhatikan selepas dibiarkan selama seminggu dan sebulan dengan mengikis keluar karat daripada permukaan plat-plat tersebut. Analisis inframerah dijalankan terhadap karat-karat tersebut untuk mengkaji tindak balas tanin dengan karat.

Ujian kedua pula dijalankan untuk memerhati struktur dan ciri hablur karat yang bertindak balas dengan tanin dan dibandingkan dengan karat kawalan. Untuk

menjalankan ujian ini, dua kepingan besi berukuran 1.5 cm × 3 cm disediakan. Plat besi kemudiannya dikaratkan dengan semburan larutan NaCl 3% dan dibiarkan kering selama sehari. Satu daripada plat besi tersebut disapukan dengan larutan tanin 10% (w/w) dan kepingan kedua merupakan plat kawalan. Setelah empat minggu, analisis SEM dan EDX dijalankan terhadap plat-plat tersebut.

4.0 UJIAN KEBERKESANAN TANIN SEBAGAI PENIPIS LUMPUR GERUDI DAN PENGAWAL KEHILANGAN BENDALIR

Bagi ujian ini, bentonit, lignosulfonat (penipis komersial) dan Resinex II (pengawal kehilangan bendalir komersial) dibekalkan oleh Kota Mineral and Chemical (Malaysia) Sdn. Bhd. Bahan kimia lain yang turut digunakan ialah natrium karbonat.

Untuk menyediakan sampel lumpur asas, sejumlah 1000 ml air paip dipanaskan dan apabila suhu mencapai antara 80°C hingga 85°C, 80 g bentonit dimasukkan perlahan-lahan ke dalam air tersebut. Pada suhu ini, bentonit akan diserakkan dengan sempurna [1]. Kemudian 4 g natrium karbonat ditambah ke dalam campuran tadi. Pengacauan dilakukan secara berterusan sehingga campuran menjadi sekata. Lumpur yang terhasil dibiarkan pada suhu bilik selama sekurang-kurangnya 24 jam sebelum digunakan supaya bentonit dapat dihidratkan sepenuhnya oleh air.

Untuk menguji keberkesanan tanin sebagai penipis lumpur gerudi dan penggunaannya pada dos yang optimum, sejumlah tanin telah ditambah ke dalam sampel lumpur asas pada kuantiti yang berlainan. Sebanyak 350 g lumpur asas ditimbang dan 1.05 g sampel tanin iaitu 0.3% daripada berat lumpur asas dimasukkan dan dikacau dengan sekata. Sampel kemudiannya dibiarkan selama empat jam sebelum diuji dengan meter kelikatan jenis Fann Rheometer Model 286. Seterusnya, ujian diulangi dengan menggunakan dos 0.5% dan 0.7%. Bagi setiap sampel lumpur dengan dos tanin yang berlainan, bacaan pada 300 PPM (θ_{300}) dan 600 PPM (θ_{600}) dicatatkan. Bagi eksperimen seterusnya, dos tanin optimum yang telah ditentukan sebelumnya telah digunakan.

Untuk menguji ketahanan tanin terhadap peningkatan suhu, sampel lumpur yang ditambah tanin diambil bacaan kelikatannya menggunakan meter kelikatan pada suhu bilik sebelum dipanaskan pada suhu 50°C, 70°C dan 90°C. Bagi setiap sampel lumpur pada suhu yang berbeza, bacaan θ_{300} dan θ_{600} diambil. Bacaan diulangi sebanyak tiga kali untuk mendapatkan bacaan purata. Eksperimen diulangi dengan menggunakan bahan tambah lignosulfonat sebagai perbandingan.

Untuk menguji keberkesanan tanin sebagai pengawal kehilangan bendalir, lumpur asas yang telah ditambah tanin dibiarkan selama sekurang-kurangnya empat jam sebelum dituangkan ke dalam alatan penuras tekan. Tekanan sebanyak 100 psi dikenakan terhadap lumpur tersebut selama 30 minit [2,3]. Bacaan turasan yang keluar disukat menggunakan silinder penyukat dan ketebalan kek lumpur diukur

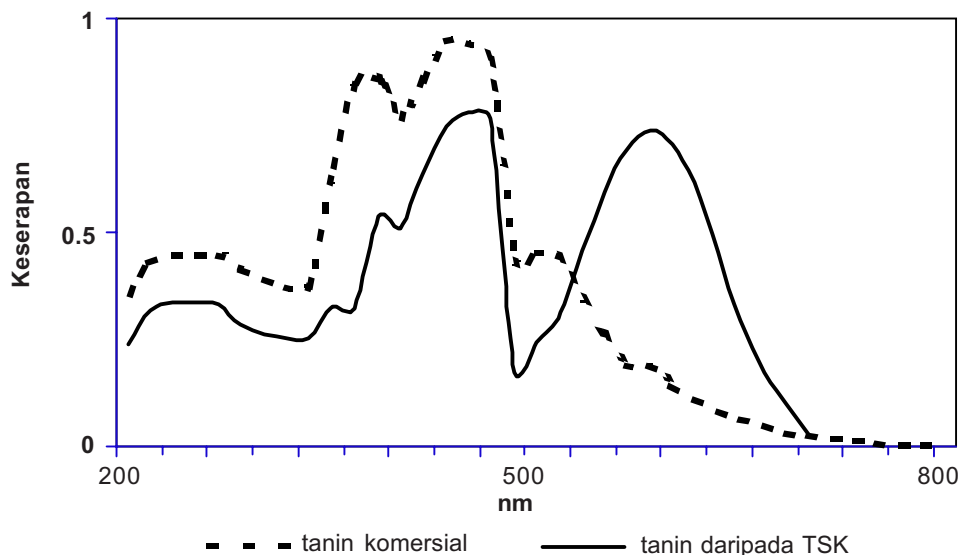
menggunakan angkup vernier. Eksperimen diulangi dengan menggunakan lumpur asas dan dengan menggantikan tanin dengan Resinex II sebagai perbandingan.

5.0 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

5.1 Keputusan Pengekstrakan Tanin daripada TSK

Purata bagi tiga kali pengekstrakan yang dijalankan dengan menggunakan pelarut aseton 70% ialah 4.49%. Spektrum UV-vis bagi tanin komersial dan juga tanin yang diekstrak daripada TSK ditunjukkan dalam Rajah 1. Semakin tinggi peratusan keserapan, semakin tinggi ketulenan kumpulan berfungsi tanin yang diperoleh [4]. Daripada analisis yang dijalankan, didapati bahawa keserapan bagi puncak tanin yang diekstrak daripada TSK adalah lebih rendah iaitu 0.781 pada panjang gelombang 371.0 nm berbanding tanin komersial yang mempunyai keserapan yang lebih tinggi iaitu 0.948 pada panjang gelombang 369.0 nm. Peratusan yang agak rendah bagi sampel tanin daripada TSK disebabkan oleh kehadiran bahan lain seperti sisa bahan mentah seperti sebatian selulosa, kanji, lignin, habuk dan lain-lain lagi. Selain itu, bentuk spektrum yang lebih kurang sama antara tanin yang diperoleh dengan tanin komersial juga menentusahkan kompaun yang diekstrak keluar adalah tanin.

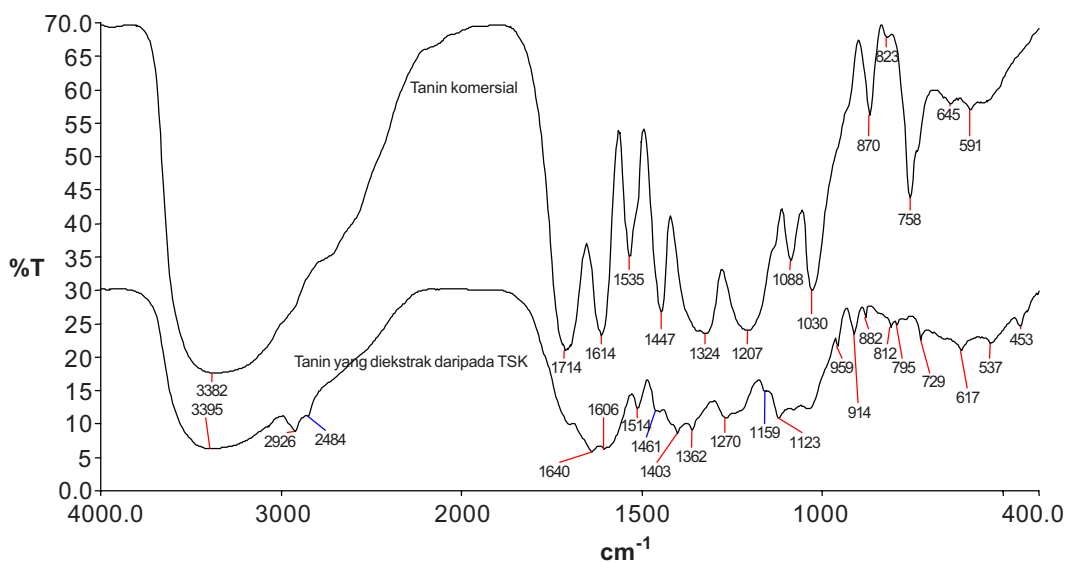
Daripada spektrum dalam Rajah 1, diperhatikan bahawa terdapat puncak yang tinggi dan lebar pada panjang gelombang 486.0 nm dengan keserapan 0.74. Puncak ini disebabkan oleh kehadiran benda asing yang menyebabkan ketulenan tanin yang diekstrak berkurangan.



Rajah 1 Perbandingan antara spektrum UV-Vis bagi tanin komersial dengan spektrum tanin yang diekstrak daripada TSK

Tanin yang diperoleh daripada pengekstrakan ini ditentukan kumpulan berfungsinya dengan menggunakan analisis spektroskopi inframerah. Kumpulan berfungsi yang wujud dalam sampel tanin yang diperoleh dikenal pasti berdasarkan nilai gelombang masing-masing.

Melalui analisis inframerah bagi tanin komersial, puncak-puncak utama yang dikenal pasti adalah 759 cm^{-1} , 870 cm^{-1} , 1031 cm^{-1} , 1088 cm^{-1} , 1207 cm^{-1} , 1324 cm^{-1} , 1447 cm^{-1} , 1535 cm^{-1} , 1614 cm^{-1} , 1714 cm^{-1} dan 3382 cm^{-1} . Perbandingan spektrum bagi analisis inframerah bagi tanin komersial dengan tanin yang diekstrak ditunjukkan dalam Rajah 2.



Rajah 2 Perbandingan spektrum inframerah bagi tanin komersial dengan tanin daripada serbuk tandan buah kelapa sawit kosong (TSK)

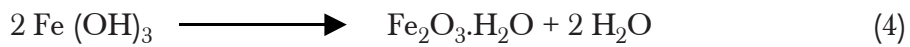
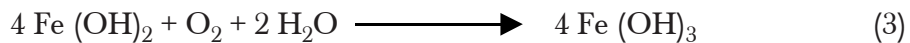
Daripada spektrum yang didapati, diperhatikan bahawa kebanyakan puncak utama dapat dikesan. Kehadiran puncak ini mengesahkan lagi bahawa komponen yang diekstrak keluar adalah tanin. Tanin yang terhasil didapati tidak tulen kerana mengandungi banyak lagi puncak-puncak sampingan yang disebabkan oleh kehadiran benda asing dan kebisingan (*noise*) alatan inframerah.

5.2 Keputusan Ujian Tanin Sebagai Agen Perencat Karat Melalui Spektroskopi Inframerah

Bagi ujian tanin sebagai agen perencat karat, proses pengaratan besi dan perencatan diperhatikan. Dalam keadaan lembapan atmosfera yang biasa, besi bertindak balas dengan oksigen dan air untuk membentuk Ferum (III) oksida terhidrat seperti yang diwakili oleh persamaan berikut:

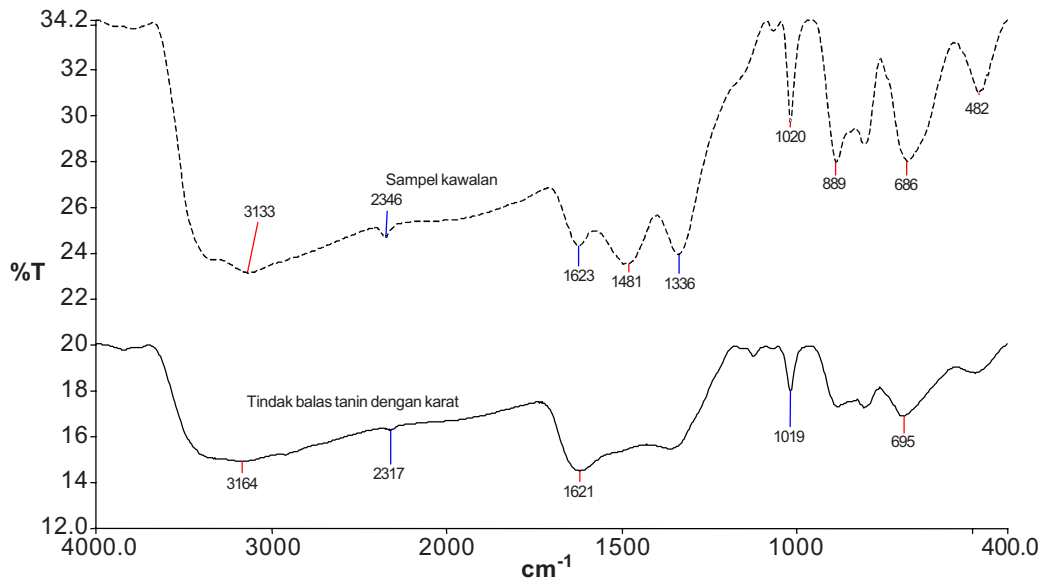


Pada tapak anod, atom Fe meninggalkan permukaan besi mengikut langkah tindak balas berikut yang dikenali sebagai kitaran basah proses kakisan [5]. Ion ferum bertindak balas dengan ion OH⁻ yang terbentuk di tapak katod pada lembapan yang tinggi. Pengoksidaan besi hidroksida kepada ferum (III) hidroksida juga turut berlaku. Seterusnya berlaku pendehidratan untuk memberi ferum (III) oksida terhidrat yang stabil. Proses tindak balas tersebut ditunjukkan seperti di bawah:



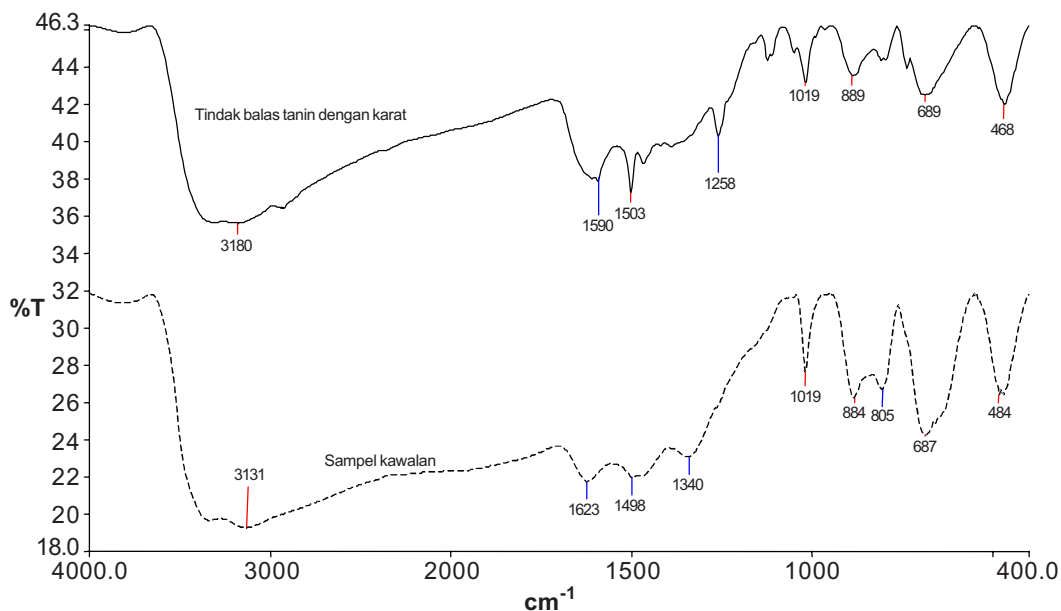
Rajah 3 menunjukkan perbezaan antara spektrum sampel karat kawalan dengan spektrum sampel tindak balas tanin dengan karat selepas dibiarkan seminggu. Spektrum karat kawalan diperhatikan mengandungi komponen karat pada puncak 1623 cm⁻¹, 1481 cm⁻¹, 1336 cm⁻¹, 1020 cm⁻¹, 889 cm⁻¹ dan 686 cm⁻¹. Bagi spektrum yang menunjukkan tindak balas tanin dengan karat pula, didapati puncak asal karat telah berkurang. Puncak pada 1481 cm⁻¹, 1336 cm⁻¹, 889 cm⁻¹ dan 686 cm⁻¹ didapati berkurang. Puncak bagi komponen karat pada 1020 cm⁻¹ yang tajam dan jelas juga berkurang setelah bertindak balas dengan tanin. Tiada puncak baru yang muncul untuk menunjukkan kehadiran ferik tanat.

Spektrum bagi perbandingan spektrum sampel karat kawalan dengan sampel tindak balas tanin dengan karat selepas sebulan ditunjukkan dalam Rajah 4. Jika



Rajah 3 Perbandingan spektrum sampel tindak balas tanin dengan karat dan spektrum sampel kawalan selepas seminggu

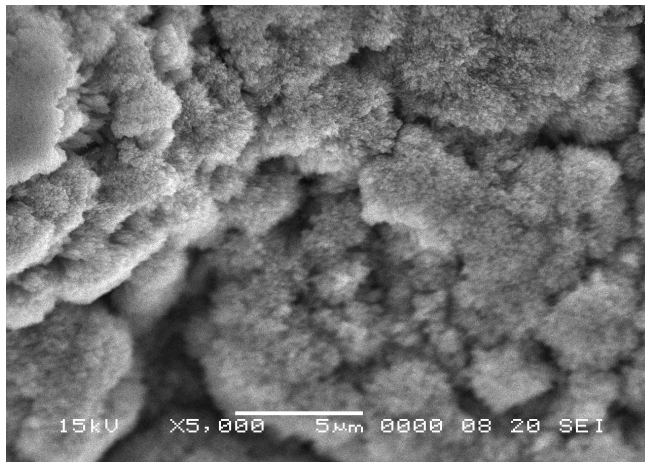
dibandingkan dengan spektrum dalam Rajah 3, puncak bagi komponen karat bagi sampel kawalan didapati semakin bertambah jelas. Perkara ini menunjukkan bahawa selepas sebulan, karat didapati lebih stabil dan pengaratan masih terus berlaku. Berdasarkan Rajah 4, didapati bahawa puncak bagi karat pada 1623 cm^{-1} , 1340 cm^{-1} , 1019 cm^{-1} , 884 cm^{-1} , 805 cm^{-1} dan 687 cm^{-1} semakin berkurang setelah bertindak balas dengan tanin selama empat minggu. Walau bagaimanapun, didapati puncak baru yang mewakili puncak ferik tanat telah kelihatan iaitu pada sekitar 1590 cm^{-1} , 1503 cm^{-1} dan 1258 cm^{-1} . Puncak tersebut masih belum jelas dan mungkin memerlukan masa yang lebih lama untuk membentuk kompleks ferik tanat yang stabil. Perkara ini disebabkan struktur tanin yang besar dan sukar menembusi hablur karat. Maka tanin memerlukan masa yang agak lama untuk menembusi karat dan membentuk kompleks ferik tanat.



Rajah 4 Perbandingan spektrum sampel tindak balas tanin dengan karat dengan spektrum sampel kawalan selepas sebulan

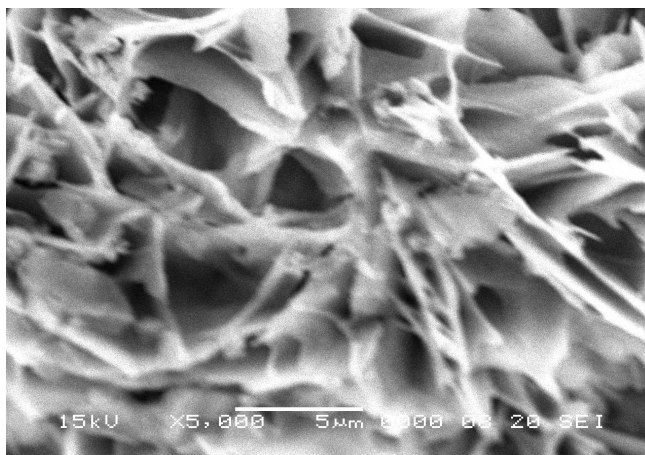
5.3 Keputusan Analisis SEM dan EDX

Analisis SEM/EDX dijalankan pada sampel empat minggu selepas tanin dibiarkan bertindak balas dengan karat. Keputusan bagi setiap pemerhatian tersebut diberikan dalam Rajah 5 dan Rajah 6. Daripada gambar SEM yang diperolehi, iaitu pada Rajah 5, didapati bahawa pada pengaratan biasa iaitu yang diwakili oleh plat kawalan, strukturnya didapati lebih kasar dan pengaratannya nampak tebal berdasarkan warnanya yang agak gelap.



Elemen	Jisim (%)	Atom (%)
C	3.02	8.31
O	23.12	47.81
Cl	0.33	0.31
Fe	73.54	43.57
Jumlah	100.00	

Rajah 5 Keputusan SEM dan EDX bagi karat kawalan



Elemen	Jisim (%)	Atom (%)
C	2.47	5.52
O	39.88	66.81
Fe	57.65	27.67
Jumlah	100.00	

Rajah 6 Keputusan SEM/EDX bagi tindak balas tanin dengan karat

Analisis EDX pula dijalankan untuk menentukan kandungan unsur pada bahagian permukaan plat yang berkarat. Daripada analisis ini, didapati bahawa dalam kandungan plat besi yang dibiarkan berkarat selama empat minggu, terdapat kandungan ferum yang tinggi iaitu dengan peratusan jisim sebanyak 73.54%.

Keadaan ini disebabkan oleh ferum yang telah melalui proses pengoksidaan membentuk ferum II dan ferum III. Perkara ini menyebabkan lebih banyak atom ferum dalam karat kawalan kerana banyaknya ferum II dan III yang terbentuk. Peratusan jisimnya ialah sebanyak 23.13%.

Bagi plat berkarat yang diselaputi tanin, morfologinya kelihatan lebih cerah dan halus. Pada permukaan plat ini, kandungan ferumnya jauh lebih sedikit berbanding plat kawalan iaitu peratusan jisimnya sebanyak 57.65%. Nilai ini menunjukkan bahawa

kandungan ferum jauh lebih kecil daripada kandungan ferum dalam plat kawalan, iaitu dengan perbezaan sebanyak 15.89%. Perkara ini disebabkan oleh tindak balas ferum dengan tanin yang membentuk ferik tanat menghalang ferum daripada teroksida menjadi ferum III. Kandungan oksigennya juga meningkat, iaitu dengan peratus jisim 39.88% kerana wujudnya molekul tanin yang mengandungi banyak unsur oksigen.

Penggunaan larutan natrium klorida untuk tujuan pengaratan tidak akan mempengaruhi tindak balas. Larutan ini hanya berfungsi sebagai larutan pengalir ion atau elektrolit untuk mewujudkan lintasan berkekonduksian tinggi bagi arus ion.

5.4 Keputusan Ujian Tanin Sebagai Penipis Lumpur Gerudi

Keputusan bagi ujian keberkesanan tanin pada dos berlainan ditunjukkan dalam Jadual 1. Daripada keputusan didapati kelikatan plastik (μ_p), dan takat alah (τ_θ) bagi lumpur asas masing-masing ialah 14.00 mPa.s dan 14.48 mPa pada keadaan suhu bilik. Bacaan ini berkurang apabila tanin sebanyak 0.3% daripada berat lumpur ditambah ke dalam lumpur asas tersebut iaitu kelikatan dan takat alah lumpur masing-masing menurun kepada 12.66 mPa.s dan 12.27 mPa. Ini bermakna pada keadaan suhu bilik, tanin mampu berfungsi sebagai penipis kepada lumpur asas kerana dapat mengurangkan kelikatan dan takat alahnya.

Jadual 1 Bacaan meter kelikatan bagi ujian dos berlainan bagi tanin

Sampel	μ_a (mPa.s)	μ_p (mPa.s)	τ_θ (mPa)
Lumpur asas (LA)	28.17	14.00	14.48
LA + 0.3% tanin	24.67	12.66	12.27
LA + 0.5% tanin	31.00	16.00	15.33
LA + 0.7% tanin	32.00	16.33	16.01

Walau bagaimanapun, kelikatan lumpur bertambah sekiranya tanin ditambah pada dos 0.5% dan terus meningkat apabila 0.7% tanin ditambahkan. Fenomena ini menunjukkan bahawa kuantiti tanin sudah berlebihan dan seterusnya menyumbang kepada kelikatan lumpur. Oleh itu, tanin berfungsi secara optimum apabila 0.3% tanin daripada berat lumpur ditambah. Bagi ujian seterusnya, sampel lumpur yang digunakan ialah lumpur yang ditambahkan 0.3% tanin.

Dalam proses penggerudian, lumpur yang digunakan lama-kelamaan akan menjadi semakin likat dengan penambahan suhu dan akhirnya rosak dan terurai. Perkara ini akan menyebabkan bit gerudi sukar untuk berputar dan melambatkan proses penggerudian. Jadual 2 menunjukkan keputusan bagi ujian prestasi lumpur apabila diuji ketahanannya terhadap peningkatan suhu.

Daripada keputusan yang diperolehi, tanin didapati mampu mengawal kelikatan lumpur pada suhu yang tinggi. Peratusan pengurangan takat alah bagi tanin daripada lumpur asas pada suhu 27°C, 50°C, 70°C dan 90°C masing-masing adalah 15.26%,

Jadual 2 Keputusan ujian keberkesanan sampel lumpur terhadap peningkatan suhu

Suhu	Sampel	μ_a (mPa.s)	μ_p (mPa.s)	τ_θ (mPa)
27°C	Lumpur asas (LA)	28.17	14.00	14.48
	LA + 0.3% tanin	24.67	12.66	12.27
	LA + 0.3% LS	23.00	15.33	7.84
50°C	Lumpur asas (LA)	26.00	11.33	14.99
	LA + 0.3% tanin	22.17	10.00	12.43
	LA + 0.3% LS	19.67	13.00	6.81
70°C	Lumpur asas (LA)	24.00	8.33	16.01
	LA + 0.3% tanin	21.17	9.33	12.09
	LA + 0.3% LS	16.50	10.33	6.31
90°C	Lumpur asas (LA)	25.83	4.67	21.63
	LA + 0.3% tanin	17.15	8.33	9.03
	LA + 0.3% LS	14.17	8.33	5.96

17.08%, 24.48% dan 58.25%. Trend ini menunjukkan bahawa apabila suhu semakin meningkat, kelikatan lumpur asas semakin bertambah. Walau bagaimanapun apabila ditambah dengan 0.3% tanin, kelikatannya semakin berkurang iaitu berkadar songsang dengan peningkatan suhu. Keadaan ini disebabkan oleh keterlarutan tanin yang tinggi pada suhu yang lebih tinggi. Dengan perkataan lain, tanin semakin larut dan bertindak sebagai pengawal kelikatan bagi lumpur tersebut.

Walaupun keberkesanan tanin sebagai penipis lumpur gerudi tidak sebaik penipis komersial iaitu lignosulfonat (LS) yang turut diuji dalam eksperimen ini; tetapi keupayaan tanin yang belum diubahsuai ini menunjukkan bahan organik ini berpotensi untuk dibangunkan sebagai penipis lumpur gerudi.

5.5 Keputusan Ujian Keberkesanan Tanin Sebagai Pengawal Kehilangan Bendalir

Ujian keberkesanan tanin dalam mengurangkan kehilangan bendalir telah dilakukan ke atas sampel lumpur asas, lumpur yang ditambah tanin dan Resinex II. Isipadu kehilangan air bagi setiap ujian yang dijalankan ditunjukkan dalam Jadual 3.

Berdasarkan keputusan dalam Jadual 3, didapati bahawa kehilangan bendalir daripada lumpur asas selepas diuji dengan alatan penuras tekan adalah sangat besar iaitu 17.0 cm^3 dan dengan ketebalan kek lumpur 2.48 mm. Perkara ini tidak diingini

Jadual 3 Keputusan ujian penuras tekan bagi sampel lumpur

Suhu	Sampel	Isipadu kehilangan air (cm^3)	Tebal kek lumpur (mm)
27°C	Lumpur asas (LA)	17.0	2.48
	LA + 0.3% tanin	13.5	2.01
	LA + 0.3% Resinex II	14.4	2.59

dalam proses penggerudian kerana kualiti lumpur bergantung kepada isipadu kehilangan bendalir ke formasi dan ketebalan serta kekuatan kek lumpur yang terhasil. Secara umum, isipadu kehilangan bendalir ke dalam formasi bergantung kepada magnitud perbezaan tekanan dan ciri pepejal kek turas. Isipadu awal kehilangan turasan ke dalam batuan semasa kek lumpur terbentuk dinyatakan sebagai kehilangan edaran. Lumpur yang baik ialah lumpur yang mempunyai kehilangan air yang kecil dan mengendapkan kek turas yang nipis dan kuat pada permukaan formasi boleh telap [6].

Setelah ditambah tanin, kadar kehilangan bendalir daripada lumpur dapat dikurangkan sehingga 13.5 cm^3 dan ketebalan kek lumpurnya 2.01 mm. Justeru, tanin didapati berfungsi sebagai pengawal kehilangan bendalir yang baik jika dibandingkan dengan agen pengawal kehilangan bendalir komersial, Resinex II kerana berjaya mengurangkan kehilangan bendalir dan menghasilkan ketebalan kek lumpur yang lebih nipis.

6.0 KESIMPULAN

Penemuan kajian menunjukkan bahawa dengan menggunakan kaedah pengekstrakan secara rendaman dengan menggunakan pelarut aseton 70% (v/v), hasil tanin yang diperoleh ialah 4.49% daripada jisim serbuk tandan buah kelapa sawit kosong yang digunakan.

Daripada analisis inframerah dan ultra ungu nampak, didapati bahawa tanin yang diperoleh kurang tulen tetapi berdasarkan ujian yang dilakukan seterusnya mendapati sampel tanin masih mampu berfungsi sebagai agen perencat karat, penipis dan juga pengawal kehilangan bendalir bagi lumpur gerudi.

Pemerhatian tindak balas tanin dengan karat melalui spektrum inframerah menunjukkan bahawa tanin bertindak balas dengan karat dan membentuk ferik tanat. Perkara ini membuktikan bahawa tanin mampu menukarkan karat kepada satu komponen besi yang tidak larut dan lengai terhadap tindak balas redoks. Keadaan ini menyebabkan proses pengaratan terhenti.

Tanin berpotensi untuk diperluas kepenggunaannya kerana selain berfungsi sebagai penipis lumpur dan pengawal kehilangan bendalir bagi lumpur gerudi, tanin juga mempunyai fungsi tambahan sebagai agen perencat karat. Sifat ini amat penting dalam proses penggerudian terutama yang menggunakan lumpur asas air kerana hampir keseluruhan struktur paip gerudi diperbuat daripada logam berasaskan besi dan terdedah kepada pengaratan. Walaupun tidak dibiarkan lama di dalam lubang telaga tetapi keadaan lampau dalam telaga menyebabkan kadar pengaratan tinggi.

PENGHARGAAN

Penulis amat menghargai jasa Universiti Sains Malaysia kerana memberikan sokongan kewangan kepada penyelidikan ini. Ucapan ribuan terima kasih juga diberikan kepada

Syarikat Kota Mineral and Chemical (Malaysia) Sdn. Bhd dan Syarikat Sabutek Sdn. Bhd. kerana membekalkan bahan mentah dan bahan kimia untuk menjayakan penyelidikan ini.

RUJUKAN

- [1] Zhang, L. M., dan D. Y. Yin. 1999. Novel Modified Lignosulfonate as Drilling Mud Thinner Without Environmental Concern. *Applied Polymer Science*. 74: 1662-1668.
- [2] American Petroleum Institute. 1997. Recommended Practice 13B-1, 2nd Ed. *Recommended Practice Standard Procedure for Field Testing Water Based Drilling Fluid*. Washington. D.C. 5-6 dan 49-50.
- [3] American Petroleum Institute. 1986. Recommended Practice 131. 2nd Ed. *Recommended Practice Standard Procedure for Laboratory Testing Drilling Fluids*. Washington D.C. 2-3.
- [4] Ang, W. L. 1999. Tanin Daripada Serbuk Tandan Buah Kelapa Sawit Kosong Sebagai Perencat Karat. Tesis Projek Tahun Akhir. Universiti Sains Malaysia, Pulau Pinang.
- [5] Evans, U. R. 1968. *The Corrosion and Oxidation of Metals: First Supplementary Volume*. London: Edward Arnold Ltd.
- [6] Rabia, H. 1985. *Kejuruteraan Penggerudian Telaga Minyak: Prinsip dan Praktis*. Skudai, Johor: Penerbit Universiti Teknologi Malaysia.