

KAJIAN KEMUNGKINAN PENGGUNAAN KANJI UBIKAYU DAN KANJI JAGUNG SEBAGAI BAHAN TAMBAH UNTUK MENGAWAL KEHILANGAN AIR DALAM BENDALIR PELENGKAPAN

Issham Ismail, Ahmad Kamal Idri, Abdul Razak Ismail dan Ng Kheng Fatt

Fakulti Kejuruteraan Kimia dan Kejuruteraan Sumber Asli
Universiti Teknologi Malaysia
Kampus Jalan Semarak
54100 Kuala Lumpur

ABSTRAK

Selulosa hidroksetil (HEC) biasanya digunakan bagi meningkatkan kelikatan air garam dan juga untuk menghasilkan satu kek turas yang tipis dan berketertelapan rendah apabila digunakan bersama-sama dengan partikel penyambung kalsium karbonat. Penggunaan kedua-dua bahan tersebut boleh memberikan satu kawalan kehilangan bendalir yang lebih berkesan. Pada masa kini, syarikat minyak perlu mengimpot HEC dengan harga yang tinggi. Oleh yang demikian, Jabatan Kejuruteraan Petroleum telah memulakan satu penyelidikan ke atas kanji jagung dan kanji ubikayu bagi mengenalpasti sama ada kanji-kanji berkenaan boleh menggantikan HEC sebagai agen kawalan kehilangan bendalir. Kajian awal ke atas sifat-sifat asas bendalir seperti kelikatan, kekuatan gel dan takat alah serta sifat-sifat kehilangan bendalir, menunjukkan bahawa kanji jagung dan kanji ubikayu berpotensi untuk digunakan bagi menggantikan HEC.

ABSTRACT

Hydroxyethyl cellulose (HEC) is commonly used to viscosify brine and also to produce a thin low permeability mud cake when it is used together with the calcium carbonate. The usage of these additives can provide an effective fluid loss control. At present, oil companies have to import HEC at a high price. Thus, the Petroleum Engineering Department has initiated a research project on corn starch and tapioca starch to determine whether it can replace HEC as a fluid loss control agent. Preliminary study on basic fluid properties such as viscosity, gel strength and yield point and also fluid loss properties reveals that corn starch and tapioca starch has the potential to replace HEC.

PENDAHULUAN

Kehilangan air pelengkapan ke dalam formasi adalah disebabkan oleh turus tekanan hidrostatik yang lebih tinggi berbanding dengan tekanan bendalir formasi. Kawalan kehilangan air garam adalah merupakan satu fenomena yang perlu dititik beratkan di dalam operasi pelengkapan telaga minyak, telaga gas atau telaga suntikan. Kehilangan air garam kepada formasi pada lazimnya boleh meningkatkan kos operasi pelengkapan. Air garam biasanya berharga daripada beberapa ringgit hingga ke beberapa ratus ringgit bergantung kepada perbezaan kelikatan.

Kehilangan air garam kepada formasi juga boleh menyebabkan penurunan tekanan

hidrostatik ke atas formasi. Fenomena berkenaan boleh mendedahkan pelantar gerudi dan kakitangan terlibat kepada tendangan telaga ataupun semburan liar yang merbahaya.

Air garam bebas pepejal seperti natrium klorida, natrium karbonat, kalsium klorida atau kalsium bromida berupaya mengurangkan kerosakan formasi semasa operasi pelengkapan dilaksanakan. Bagaimanapun masalah utama yang dihadapi oleh bendalir jenis ini adalah sifat-sifat fizikalnya seperti takat alah dan kelikatan yang rendah. Faktor-faktor tersebut bukan sahaja gagal membantu mengawal kehilangan bendalir, tetapi keupayaannya untuk membersihkan lubang telaga juga turut mengecewakan.

Walau bagaimanapun, masalah kehilangan air pelengkapan tersebut boleh dikawal melalui penggunaan air garam yang mengandungi kalsium karbonat (CaCO_3) dan HEC. Kehadiran kedua-dua bahan tersebut di dalam sistem air garam pelengkapan bukan sahaja dapat membantu menghasilkan satu keupayaan pembawaan, malah ia dapat mengurangkan ketertelapan kek turas yang terbentuk pada permukaan formasi (EXXON, 1986).

Mekansima-mekanisma kawalan kehilangan bendalir adalah seperti berikut:-

- i. mengurangkan ketumpatan air pelengkapan supaya boleh menghasilkan tekanan hidrostatik yang lebih rendah ke atas formasi.
- ii. menambah pepejal penyambung seperti CaCO_3 atau FeCO_3 .
- iii. meningkatkan kelikatan air garam dengan menambah polimer kering seperti gam guar, guar hidrokisipropil, gam xanthan dan HEC.

Cara di atas biasanya digunakan secara berasingan ataupun digabungkan diantara satu dengan lain (Hudson dan Coffey, 1983). Kadar kehilangan bendalir ke dalam formasi selalunya dikawal oleh kelikatan bendalir dan pembentukan kek oleh bahan tambah pepejal pada dinding terowong penebukan ataupun pada permukaan formasi. Kehilangan air pelengkapan sebaik-baiknya boleh dikawal pada permukaan formasi, dimana ianya dapat dilaksanakan dengan menambahkan pepejal yang mempunyai saiz, bentuk dan kepekatan bersesuaian ke dalam air garam.

HEC merupakan polimer asli terubahsual yang biasa digunakan di lapangan untuk meningkatkan kelikatan air garam. Ini selanjutnya akan meningkatkan keupayaan pembawaan yang diperlukan untuk mengeluarkan puing dan juga untuk kawalan kehilangan bendalir. Keupayaan HEC untuk melikatkan air pelengkapan telaga pada dasarnya bergantung kepada ketumpatan dan komposisi air garam (BW Promud, 1987). Keterangan lanjut berkenaan dengan struktur dan sifat-sifat HEC boleh

didapati daripada International Drilling Fluid (1988).

HEC adalah merupakan satu bahan pelikat, tetapi ia tidak dapat menghasilkan kekuatan gel yang boleh memberikan ciri-ciri penggantungan yang sempurna. HEC boleh berfungsi dengan baik dalam keadaan kepekatan garam yang tinggi sehingga mencapai 11.0 ppg. Walaupun HEC merupakan satu bahan polimer yang 100% larut dalam asid, tetapi penggunaannya terhadap kepada suhu maksimum diantara 250 - 275°F sahaja.

HEC mempunyai semua sifat pembentukan kelikatan seperti yang dimiliki oleh gam asli, tetapi ia tidak dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti pH, ion logam dan simen, seperti yang dialami oleh gam guar. HEC adalah tidak beracun, tidak mencemar dan mempunyai ciri-ciri blorosot. Air pelengkapan yang telah dikatkan oleh HEC boleh ditukarkan semula kepada kelikatan asal dengan mencampurkan pemecah IDHEC (larutan hipoklorik) dalam julat 0.15-0.40 gelen/tong.

HEC mengawal kehilangan bendalir dengan cara menyumbat kek turas bagi memperolehi satu kek yang tipis serta berketertelapan rendah pada dinding formasi. Setakat ini, bahan tambah tersebut terpaksa diimport pada harga yang mahal. Sehubungan dengan itu, Jabatan Kejuruteraan Petroleum, UTM telah memulakan penyelidikan bagi mengenalpasti satu bahan tempatan lain yang boleh menggantikan HEC sebagai bahan tambah kawalan kehilangan bendalir. Kanji jagung dan kanji ubikayu yang boleh diperolehi dengan mudah daripada pasaran tempatan, adalah merupakan bahan tempatan yang dikaji bagi menentukan sama ada ia boleh menggantikan HEC.

Ujikaji perlu dilakukan pada suhu yang tidak melebihi 250°F kerana ketiga-tiga bahan tambah tersebut gagal berfungsi sebagai agen kawalan kehilangan bendalir dengan baik apabila berada di atas suhu berkenaan. Satu perkara yang perlu diperhatikan lagi ialah kanji hanya boleh berfungsi sebagai agen kawalan kehilangan bendalir apabila suhu berada di atas suhu peragian. Kegagalan fungsi kanji sebagai

agen kawalan kehilangan bendalir di bawah suhu peragian terjadi kerana ikatan-ikatan hidrogen yang terbentuk melalui kumpulan hidroksida (OH) tidak dapat dipecahkan. Walaupun daya ikatan tersebut lemah, tetapi bilangan ikatannya yang terlalu banyak membuatkan daya ikatan tersebut menjadi kuat. Keterangan lanjut berkenaan dengan kanji-kanji tersebut boleh diperolehi daripada Gray (1981) dan Beynun dan Roles (1985).

Setakat ini, kajian ke atas kanji-kanji tempatan tersebut melibatkan kerja-kerja makmal seperti mengkaji sifat-sifat reologi dan kehilangan bendalir statik. Keputusan yang diperolehi kemudiannya dibandingkan dengan bahan tambahan kawalan kehilangan bendalir lazim atau HEC.

BAHAN DAN KAEDAH

Sampel asas yang digunakan di dalam kajian ini adalah terbatas kepada campuran larutan air garam dan kalsium karbonat. Komponen campurannya ialah 15% NaCl (peratus berat), air tawar dan 3% CaCO₃.

Kanji jagung dan kanji ubikayu yang diguna untuk meningkatkan kelikatan sampel air garam mestilah terdiri daripada gred komersial ataupun yang masih belum dirawat. Semasa penyediaan sampel dilakukan, kanji-kanji tempatan dan HEC perlu dimasukkan dengan perlahan-lahan ke dalam campuran larutan air garam dan kalsium karbonat yang telah dipanaskan hingga ke suhu 100°F. Larutan air garam tersebut perlu dibancur semasa proses pencampuran dilakukan dan ia terus dibancur selama 10 minit lagi selepas bahan tambah tersebut dimasukkan ke dalam sampel air garam berkenaan bagi mengelakkan daripada pembentukan sebarang gumpalan kanji. Bahan-bahan tambah di atas diguna untuk melikatkan sampel-sampel air garam sehingga mencapai kelikatan 16.5, 42.0 dan 47.5 cp.

Sifat-sifat reologi sampel yang diuji adalah kelikatan, kekuatan gel dan takat alah. Pengukuran parameter-parameter tersebut dibuat menggunakan meter pengukur kelikatan HAAKE (model VT 181).

Kajian ke atas sifat-sifat kehilangan bendalir statik pula melibatkan pengukuran

isipadu turasan dan ciri-ciri kek turas pada suhu reserbor iaitu 160, 180 dan 200°F. Peralatan utama yang digunakan dalam kajian ini adalah penuras suhu tinggi/tekanan tinggi, dimana gas nitrogen diguna untuk membekalkan tekanan bernilai 200 psi seperti yang diperlukan. Proses penurasan ini perlu dilakukan selama 30 minit (Gatlin, 1960) dan turasan yang dihasilkan diukur menggunakan selinder penyukat.

Kek turas yang terbentuk hasil daripada proses penurasan dianalisis bagi menentukan ketebalan kek pada akhir ujikaji tersebut, dan juga untuk mendapatkan ketertelapan kek turas berkenaan yang mana ia boleh dikira menggunakan persamaan Darcy (Schremp dan John, 1957).

HASIL DAN PERBINCANGAN

Tiga bentuk keputusan yang akan dibincangkan adalah seperti berikut:-

- i. sifat-sifat reologi
- ii. kesan pengaruh suhu terhadap kehilangan turasan
- iii. ketebalan dan keterlapan kek turas

Sifat-sifat Reologi

Kanji ubikayu dan kanji jagung yang digunakan dalam kajian ini didapati berkeupayaan untuk mencapai kelikatan sama seperti yang dihasilkan oleh HEC. Walau bagaimanapun, kuantiti kanji ubikayu dan kanji jagung yang diperlukan adalah lebih besar berbanding dengan HEC. Fenomena ini adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1.

Kanji ubikayu dan kanji jagung juga didapati berkeupayaan untuk membawa keluar puing ke permukaan. Kenyataan ini dibuat dengan berdasarkan kepada nilai-nilai takat alah yang ditunjukkan pada Jadual 2, dimana takat alah kanji ubikayu dan kanji jagung didapati setanding dengan takat alah yang dihasilkan oleh HEC. Walau bagaimanapun, ciri-ciri penggantungan yang dimiliki oleh ketiga-tiga bahan tambah

Jadual 1: Jumlah bahan tambah yang diperlukan bagi meningkatkan kelikatan 400 ml sampel larutan air garam.

Kelikatan (cp)	Berat bahan tambah (gram)		
	HEC	Ubikayu	Jagung
16.5	1.0	7.0	21.0
42.0	1.6	10.5	24.5
47.5	2.1	14.0	28.0

tersebut adalah sangat lemah dan ini telah dibuktikan oleh kekuatan gel yang begitu rendah nilainya.

Kesan Aruhan Suhu Terhadap Kehilangan Turasan

Didalam menganalisis prestasi ketiga-tiga jenis bahan tambah yang dikaji, faktor penting yang mesti diperhatikan adalah kecerunan graf serta kecenderungan graf untuk mendatar dengan cepat.

Rajah 1 - 3 menunjukkan lengkung turasan larutan air garam yang mengandungi HEC, kanji jagung ataupun kanji ubikayu pada suhu yang berbeza-beza dan kelikatan tetap. Lengkung turasan pada ketiga-tiga graf tersebut didapati menyerupai di antara satu dengan yang lain. Lengkung-lengkung tersebut menunjukkan apabila suhu ditingkatkan ke satu nilai yang lebih tinggi, hasil turasan didapati semakin bertambah banyak. Fenomena ini berlaku kerana apabila suhu bertambah tinggi, kelikatan sampel akan berkurangan lalu meningkatkan kadar serbuan.

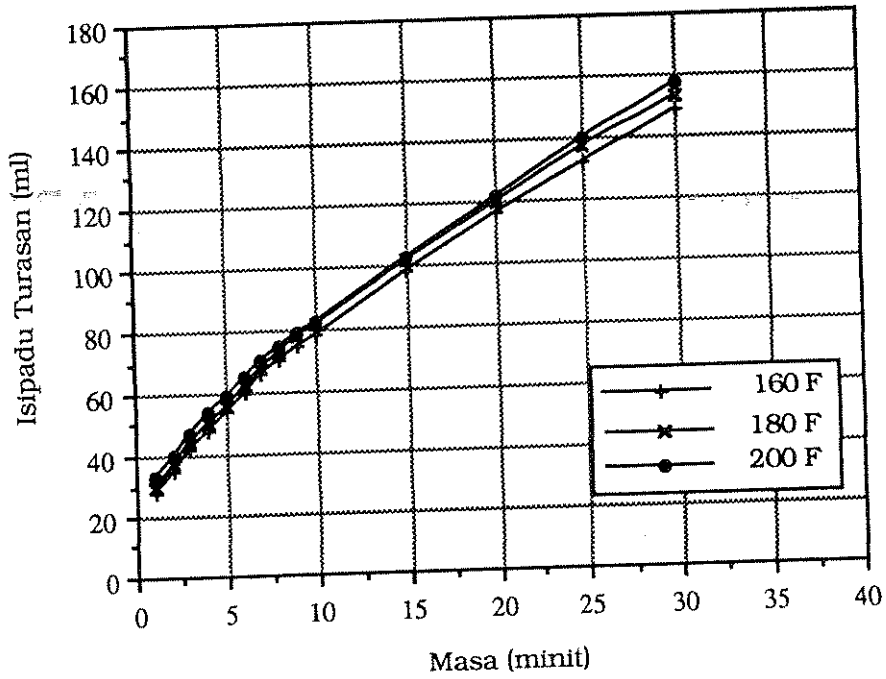
Satu perkembangan menarik berlaku pada kanji awal tersebut yang mana kanji ubikayu didapati menunjukkan sifat-sifat kawalan kehilangan bendalir yang lebih baik berbanding dengan kanji jagung dan HEC. Kenyataan ini disokong dengan jelas oleh Rajah 4 - 6. Lengkuk-lengkuk turasan pada ketiga-tiga rajah yang dikumpul bagi sampel larutan air garam yang mengandungi kanji ubikayu dalam tempoh masa 30 minit adalah yang terendah sekali berbanding dengan bahan-bahan tambah yang lain.

Ketebalan dan Ketertelapan Kek Turas

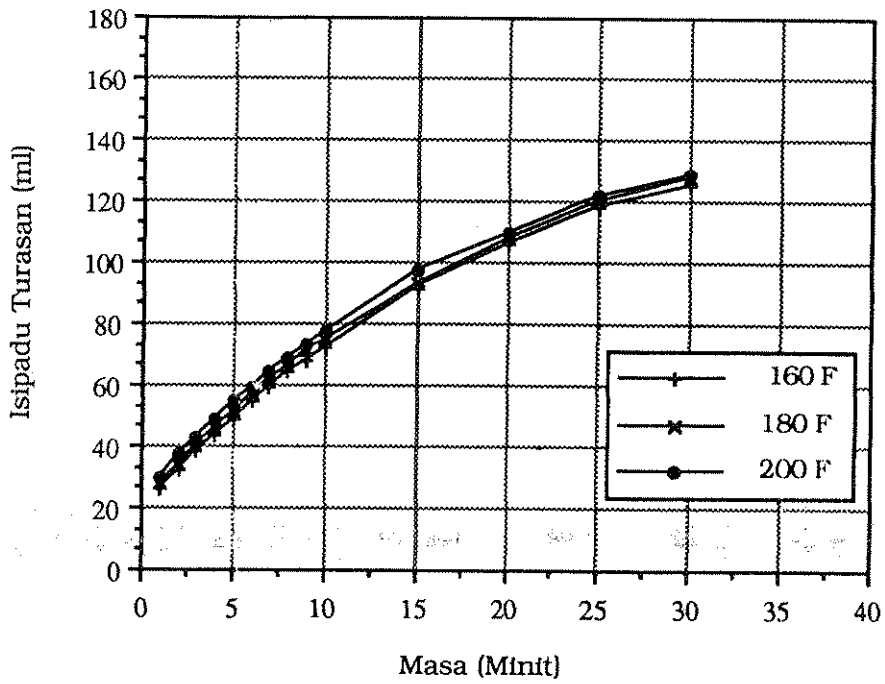
Jadual 3 menunjukkan maklumat-maklumat mengenai kek turas yang didapati daripada kajian ke atas kawalan kehilangan bendalir bagi sampel-sampel yang digunakan. Maklumat-maklumat tersebut menunjukkan bahawa untuk satu kelikatan yang sama pada satu suhu tertentu, sampel-sampel larutan garam yang mengandungi HEC, kanji jagung ataupun kanji ubikayu menghasilkan ketebalan kek yang hampir sama di antara satu dengan yang lain. Bagaimanapun, pada kelikatan yang berbeza, semua sampel di atas didapati menghasilkan ketebalan kek turas yang semakin tipis apabila kelikatan ditingkatkan ke satu nilai yang lebih tinggi. Keadaan ini berlaku pada ketiga-tiga suhu ujikaji yang digunakan iaitu 160, 180 dan 200°F. Fenomena ini terjadi kerana apabila kelikatan sampel ditingkatkan, proses penurasan akan berkurangan lalu membentuk kek turas yang lebih tipis. Proses penurasan untuk sampel berkelikatan tinggi tersebut boleh ditingkatkan jika tekanan

Jadual 2: Sifat-sifat reologi air garam pada kelikatan yang berbeza-beza.

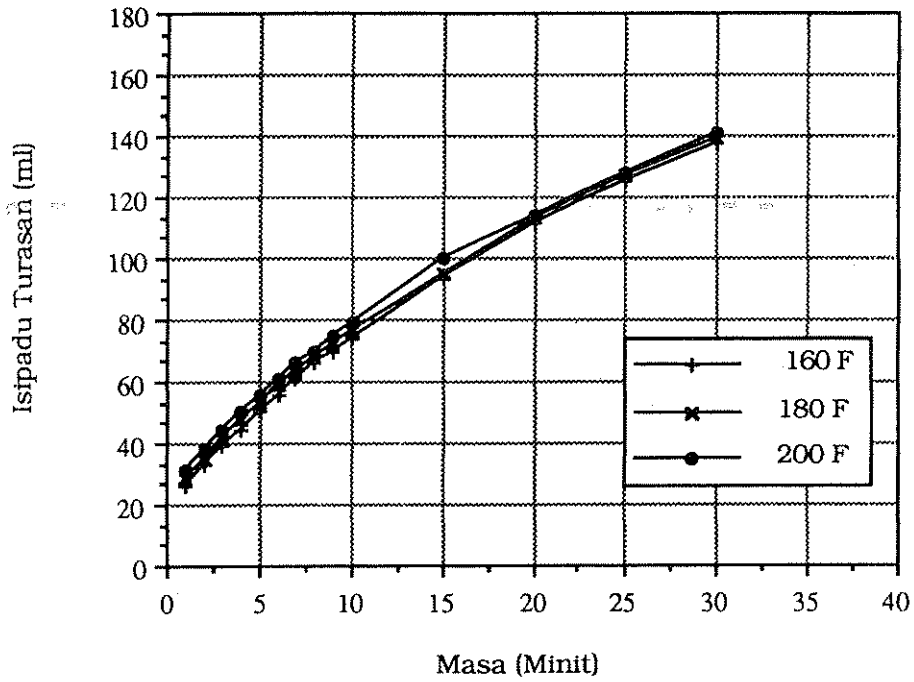
Kelikatan (cp) \ Reologi	16.5			42.0			47.5		
	HEC	Ubikayu	Jagung	HEC	Ubikayu	Jagung	HEC	Ubikayu	Jagung
Kekuatan gel @ 10 saat (lb/100 ft ²)	0	1	0	3	3	2	6	5	4
Kekuatan gel @ 10 minit (lb/100 ft ²)	0	1	0	3	3	2	6	5	4
Takat alah (lb/100 ft ²)	11	9	9	36	28	24	49	35	31



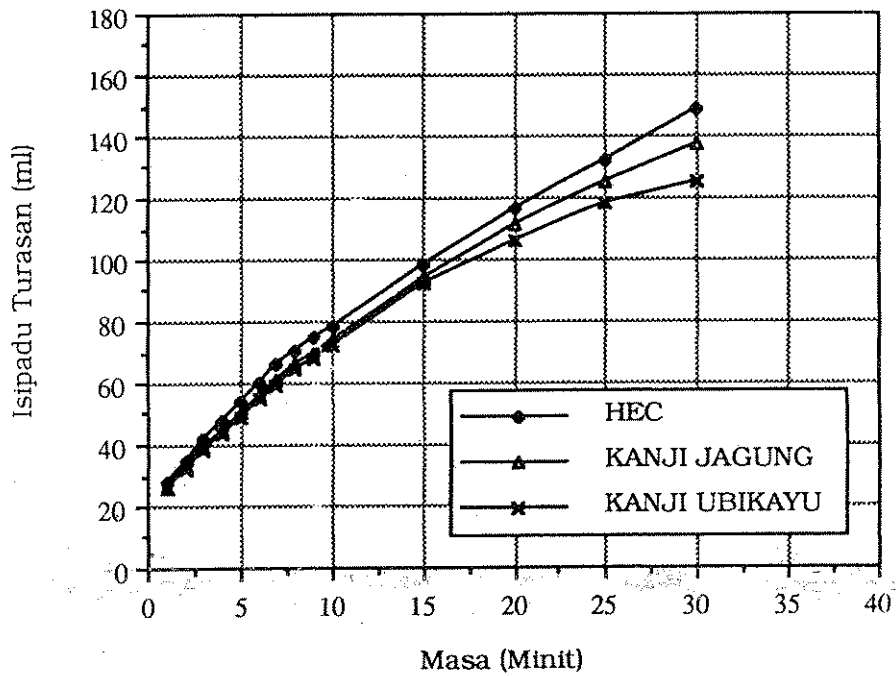
Rajah 1: Kelikatan HEC 16.5cp pada suhu 160°, 180 dan 200°F



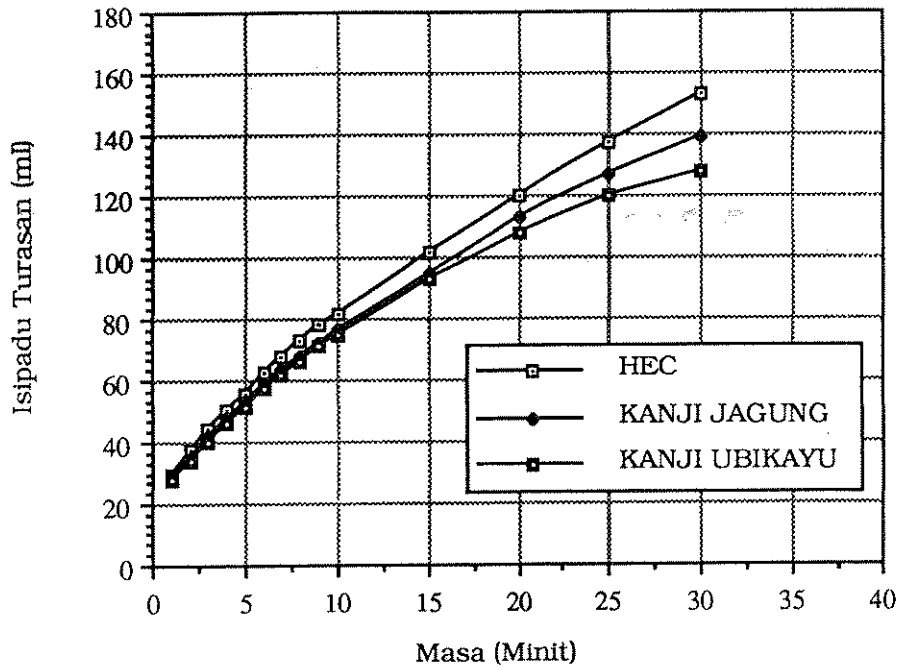
Rajah 2: Kelikatan kanji ubikayu 16.5cp pada suhu 160°, 180 dan 200°F



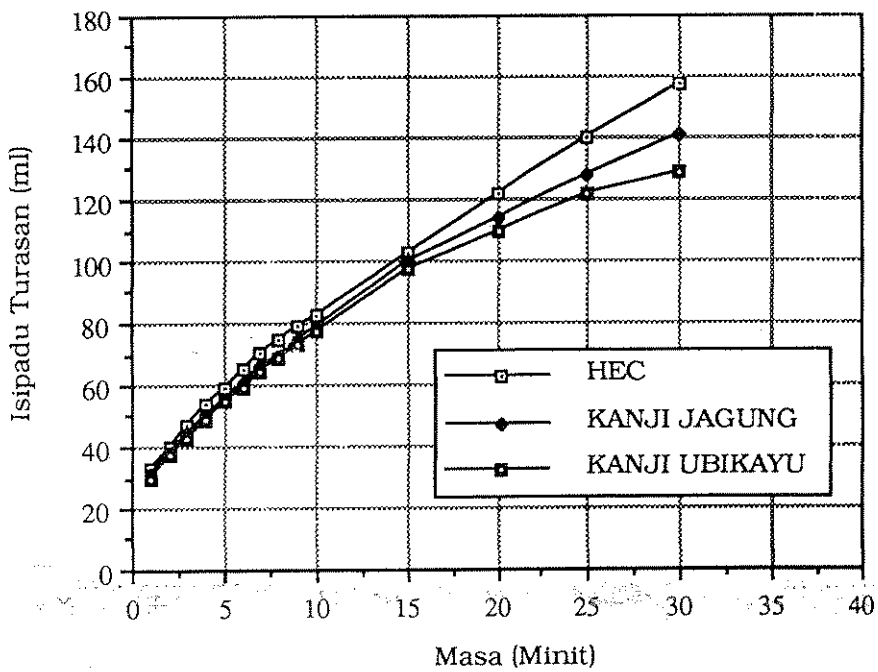
Rajah 3: Kelikatan kanji jagung 16.5cp pada suhu 160, 180 dan 200°F



Rajah 4: Kelikatan bahan tambah 16.5cp pada suhu 160°F.



Rajah 5: Kelikatan bahan tambah 16.5cp pada suhu 180°F.



Rajah 6: Kelikatan bahan tambah 16.5cp pada suhu 200°F

Jadual 3: Ketebalan dan keterlapan kek turas.

Suhu (°F)	Kelikatan (CP)	Jenis bahan tambah	Ketebalan kek turas (per 32 inci)	Ketertelapan kek turas (MD)
160	16.5	HEC	4.25	0.74
		Kanji ubikayu	4.00	0.58
		Kanji jagung	4.25	0.68
	42.0	HEC	3.25	1.35
		Kanji ubikayu	3.00	1.02
		Kanji jagung	3.00	1.12
47.5	HEC	2.75	1.23	
	Kanji ubikayu	2.50	0.94	
	Kanji jagung	2.75	1.15	
180	16.5	HEC	4.50	0.80
		Kanji ubikayu	4.25	0.64
		Kanji jagung	4.25	0.69
	42.0	HEC	3.50	1.48
		Kanji ubikayu	3.25	1.12
		Kanji jagung	3.50	1.33
47.5	HEC	3.00	1.37	
	Kanji ubikayu	2.50	0.96	
	Kanji jagung	2.75	1.17	
200	16.5	HEC	4.75	0.87
		Kanji ubikayu	4.50	0.68
		Kanji jagung	4.75	0.78
	42.0	HEC	3.75	1.62
		Kanji ubikayu	3.25	1.14
		Kanji jagung	3.50	1.35
47.5	HEC	3.25	1.54	
	Kanji ubikayu	3.00	1.16	
	Kanji jagung	3.25	1.41	

kebezaan yang lebih besar digunakan.

Analisis yang dilakukan terhadap kek turas menunjukkan ketertelapan kerak yang dibentuk oleh sampel-sampel air garam yang menggunakan kanji ubikayu dan kanji jagung adalah setanding dengan ketertelapan kek yang dibentuk oleh HEC, yang mana nilai-nilai tersebut adalah dalam lingkungan 1 md.

KESIMPULAN

Kanji ubikayu dan kanji jagung didapati stabil dalam air garam, setanding dengan ciri-ciri kestabilan yang ditunjukkan oleh HEC dan berkeupayaan untuk mencapai

kelikatan yang boleh dihasilkan oleh HEC, tetapi memerlukan jumlah berat yang lebih besar. Takat alah yang dihasilkan oleh kanji ubikayu dan kanji jagung adalah setanding dengan takat alah yang dihasilkan oleh HEC. Ketiga-tiga bahan tambah tersebut menghasilkan ciri-ciri penggantungan yang lemah. Keputusan awal menunjukkan prestasi kanji ubikayu adalah lebih baik berbanding dengan kanji jagung dan HEC sebagai agen kawalan kehilangan bendalir. Ketertelapan kek yang dihasilkan oleh kanji ubikayu dan kanji jagung adalah setanding dengan keterlapan kek yang dihasilkan oleh HEC, dimana nilai-nilai tersebut adalah dalam lingkungan 1 md.

RUJUKAN

- Beynun, V. dan Roels, J. A., 1985. *Starch Conversion Technology*, New York and Basel. hlm. 15.
- EXXON Production Research Company, 1986. *Completion and Workover Fluid Manual*.
- Gatlin, C., 1960. *Petroleum Engineering : Drilling and Well Completions*, Prentice-Hall Inc., U.S. hlm. 70-77.
- Gray, G. R., 1981. *Completion and Properties of Oil Well Drilling Fluids*, Gulf Publishing Company. 547 hlm.
- Hudson, T. E. dan Coffey, M. D., 1983. Fluid Loss Control Through The Use of A Liquid. Thickened Completion and Workover Brine, *Journal of Petroleum Technology* : 1776-1782.
- Promud, B. W., 1987. *Completion and Workover Fluids Manual*.
- Schremp, F. W. dan John, V. L., 1957. Drilling Fluid Filter Loss At High Temperature and Pressure, *Trans, AIME* : 157.