

KAJIAN ASAS KANJI TEMPATAN DALAM LUMPUR PENGGERUDIAN BAGI MENGAWAL KEHILANGAN BENDALIR KE DALAM FORMASI

Zatnal Zakarta, Mohd Abdul Manan, Azmt Mohd Arshad

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

ABSTRAK

Penggunaan kanji sebagai bahan tambahan dalam bendalir penggerudian telaga minyak adalah bertujuan untuk bertindak sebagai agen bagi mengawal kehilangan bendalir ke dalam formasi. Kanji jagung adalah digunakan dengan meluasnya di dalam industri petroleum di dunia hari ini. Kertas kerja ini akan melaporkan hasil kajian makmal tentang penggunaan kanji tempatan (kanji sagu dan kanji ubikayu) dan kesesuaiannya sebagai bahan tambah di dalam lumpur penggerudian. Parameter yang dikaji adalah kadar kehilangan dan reologi bendalir dan ketebalan serta ketertelapan kek lumpur yang dilakukan pada suhu dan tekanan tinggi. Keputusan awal menunjukkan kanji tempatan ini berpotensi menjadi bahan alternatif kepada kanji jagung sebagai agen pengawal kehilangan bendalir. Kanji ini adalah lebih murah dan mudah diperolehi dengan kuantiti yang komers.

ABSTRACT

Starch is being used as an additive in oil-well drilling fluids to act as an agent to control fluid loss to the formation. Corn starch has been widely used for this purpose in the petroleum industry. This paper explains the laboratory work that was done to study the application of local starches (sago starch and tapioca starch) and their potential as an additive in drilling fluids. The parameter being studied were the fluid loss rate, fluid rheological rate, thickness of mud cake and cake permeability at high temperature and pressure. Early result suggested that local starches are a potential alternative to corn starch as an agent for fluid loss control. This starches are available commercially and cheap.

PENGENALAN

Lumpur penggerudian yang digunakan semasa operasi penggerudian akan menghasilkan turus tekanan hidrostatik. Bagi mengelakkan berlakunya kemasukan bendalir formasi ke dalam lubang telaga atau dengan kata lain berlakunya tendangan maka tekanan turus hidrostatik mestilah dikawal supaya nilainya lebih besar daripada nilai tekanan formasi. Walau bagaimanapun, apabila perbezaan tekanan positif ke arah formasi, bendalir lumpur pula akan meresap ke dalam batuan yang telap dan bahagian pepejal lumpur akan mengendap seterusnya membentuk kek turusan pada dinding lubang telaga.

Apabila terlalu banyak bendalir hilang ke dalam formasi, menyebabkan kek lumpur semakin menebal sehingga menjadi tak telap

dan menghalang kehilangan bendalir. Bagi mengurangkan kehilangan bendalir tersebut, bahan tambahan mestilah dicampurkan ke dalam lumpur penggerudian.

Di Iran, kawalan kehilangan bendalir dibuat menggunakan Gam Guar sementara bagi kebanyakan negara pengeluaran minyak yang lain, kanji jagung dan kanji kentang digunakan. Justeru itu, memandangkan Malaysia mempunyai banyak sumber ubikayu dan sagu maka kajian dilakukan untuk menentukan sama ada ianya sesuai atau tidak digunakan sebagai bahan tambah kawalan kehilangan bendalir. Berdasarkan kepada kedalaman purata telaga di Malaysia berada disekitar 7000 kaki dan kecerunan suhunya ialah $1.7^{\circ}\text{F}/100$ kaki maka kanji dikatakan dapat berfungsi dengan baik pada keadaan tersebut.

Faktor-faktor yang mempengaruhi penurasan

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi penurasan seperti:

i. Masa

Menurut Larsen, jika lumpur diturunkan melalui kertas turas pada suhu dan tekanan tetap, Q_w adalah berkadar terus dengan $t^{1/2}$. Apabila diplotkan isipadu turasan kumulatif melawan punca gandadua masa, penggalan di paksi Y dipanggil 'mud spurt'. Ini disebabkan kecenderungan partikel lumpur untuk melepasi kertas turas sehingga menutupi ruang-ruang pori.

ii. Tekanan

Fungsi tekanan ke atas kehilangan bendalir adalah melalui pemampatan kek lumpur. Hubungan antara tekanan dan isipadu turasan dapat dirumuskan seperti berikut:

$$Q = CP^x$$

Di mana, eksponen x bergantung kepada jenis lumpur dan nilai ini selalunya lebih kecil dari 0.5. Di samping itu, nilai x juga bergantung kepada saiz dan bentuk partikel yang membentuk kek lumpur.

iii. Kesan ketertelapan kek lumpur

Kaedah yang paling berkesan untuk mengawal kehilangan bendalir adalah dengan mengawal ketertelapan kek lumpur. Saiz, bentuk dan kemampuan partikel untuk terbentuk di bawah tekanan amat penting dalam pengawalan ketertelapan.

Partikel kecil akan membentuk kek lumpur dengan ketertelapan yang rendah jika dibandingkan dengan partikel besar. Partikel yang bersaiz kurang dari 1 mikron adalah amat sesuai dijadikan agen kawalan kehilangan bendalir. Partikel yang berbentuk plat juga berkesan untuk mengawal kehilangan bendalir berbanding dengan partikel berbentuk sfera dan bentuk tak seragam.

iv. Suhu

Pertambahan suhu akan menambahkan kadar turasan. Ini kerana, apabila suhu bertambah kelikatan fasa cecair akan berkurang dan seterusnya akan

menambahkan kehilangan bendalir jika faktor-faktor lain dianggap tetap.

v. Serakan

Penyelerakan koloid lempung di dalam lumpur penggerudian juga penting untuk mengawal penurasan. Apabila partikel cenderung untuk diserakkan, maka ianya mempunyai ciri-ciri yang baik untuk mengawal penurasan. Gumpalan lumpur akan menyebabkan kehilangan bendalir yang tinggi kerana bendalir dengan senang melalui antara kelompok-kelompok gumpalan. Kemasukann bahan kimia ke dalam lumpur penggerudian akan meningkatkan penyelerakan bahan-bahan pepejal lalu menambah keliatan kek lumpur.

Struktur Kimia Kanji

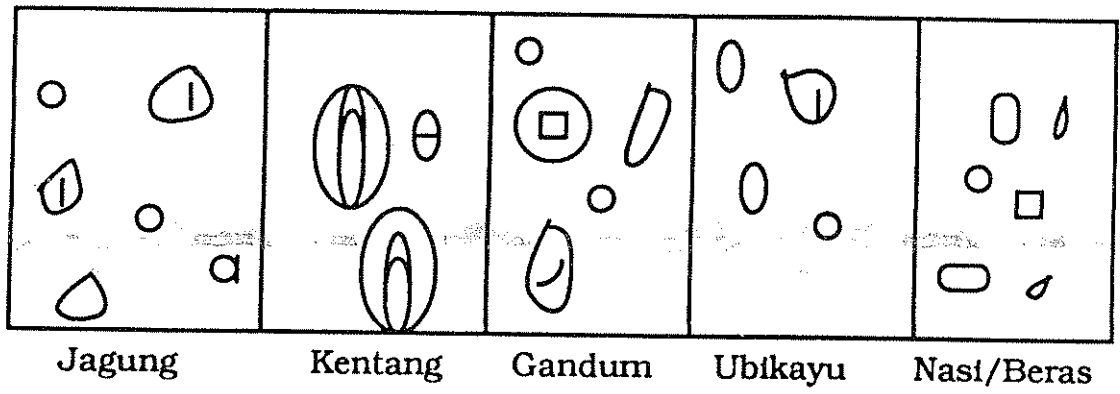
Apabila dilihat di bawah mikroskop, molekul kanji tersusun dengan nipis, berwarna putih dan bergarispusat 2 hingga 10 μ m. Rajah 1 menunjukkan bentuk-bentuk molekul berbagai jenis kanji di bawah mikroskop. Kanji dikatakan sebagai kondensasi polimer glukos yang mengandungi unit glukosa, rantal lurus amilos dan rantal bercabang amilopektin. Rajah 2 menunjukkan struktur kimia unit glukos, rantal lurus amilos dan rantal bercabang amilopektin.

i. Unit glukos

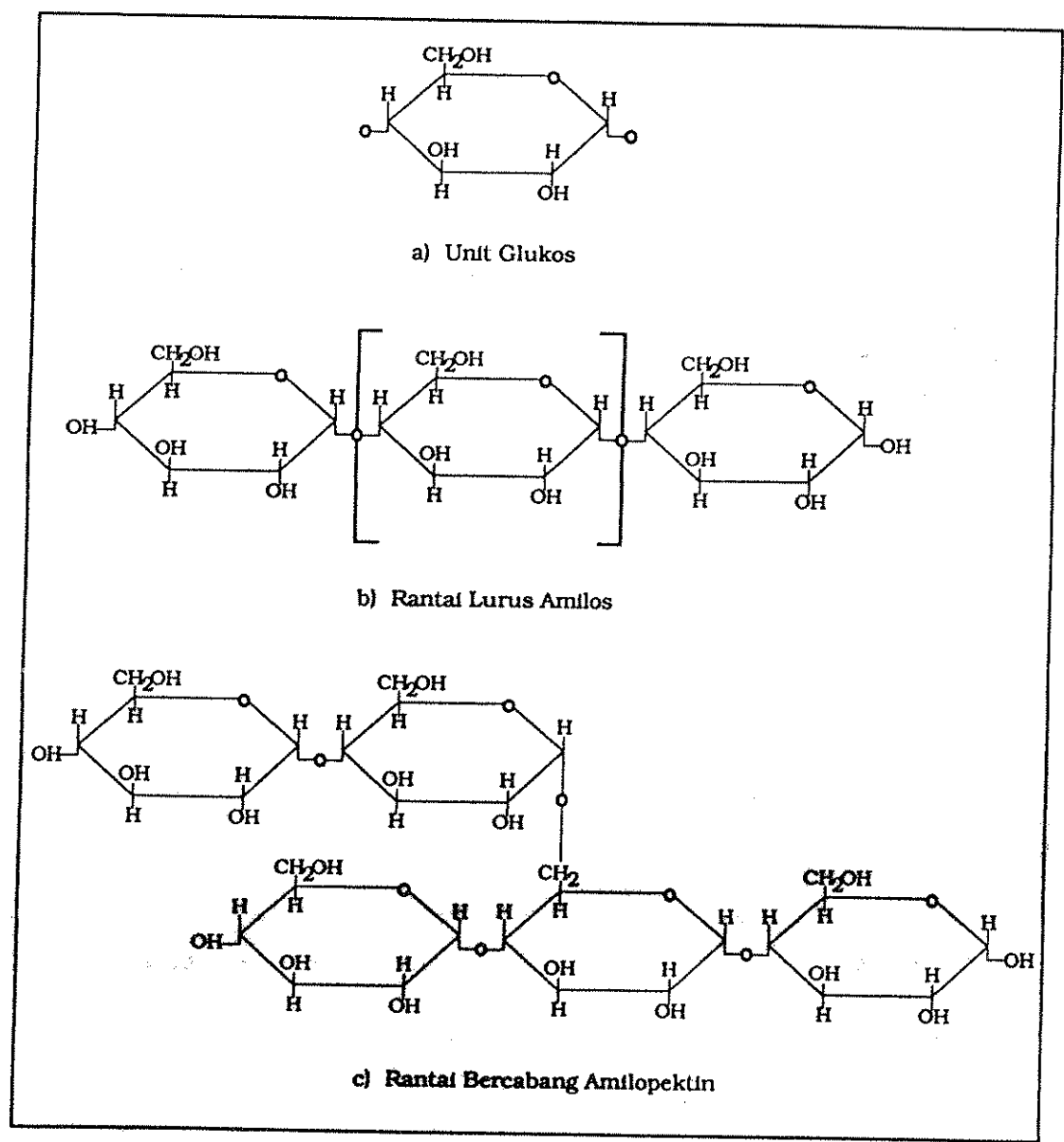
Unit glukos molekul kanji mengandungi kumpulan utama hidroksida terhadap C6 dan kumpulan kedua hidroksida terhadap C2 dan C3. Molekul-molekul kanji mempunyai sejumlah besar kumpulan hidroksida yang mana kumpulan ini akan memberikan sifat-sifat hidrofilik kepada kanji dan kesebaran kanji terhadap pemanasan dengan air. Kumpulan-kumpulan hidroksida ini juga cenderung untuk menarik antara satu dengan lain dan seterusnya membentuk ikatan-ikatan hidrogen dengan molekul-molekul bersebelahan. Oleh itu ianya mengelakkan pemelarutan butiran-butiran kanji dalam air sejuk.

ii. Rantai lurus amilos

Amilos menyusun memanjang secara rantal lurus dengan sisa α glukos 1,4 dan berat molekulnya antara 10000 hingga 100000 gram/lb. Kanji jagung mengandungi kandungan amilos yang tinggi (28%) jika



Rajah 1: Bentuk-bentuk molekul kanji di bawah mikroskop



Rajah 2: Struktur kimia kanji (unit glukosa, rantai lurus amilos dan rantai bercabang amilopektin)

dibandingkan dengan kanji berubi (20%). Sementara itu kanji illin tidak mempunyai amilos langsung. Amilos kompleks terbentuk daripada iodin dan berbagai-bagai komponen organik seperti butanol, asid lemah, surfaktan, fenol dan hidrokarbon. Kehadiran iodin akan memberikan warna biru dan ini digunakan sebagai petanda tentang adanya amilos. Amilos pada hakikatnya bertanggungjawab di atas proses songsang, iaitu proses balikan dari keadaan boleh larut dan amorfus kepada keadaan hablur yang tidak boleh larut dan beragregat.

iii. Rantai bercabang amilopektin

Amilopektin merupakan komponen yang terdiri daripada campuran cabang rantai molekul dan berat molekulnya adalah antara 40000 hingga 100000 gram/lb. Ianya disambungkan kepada satu sama lain dengan sambungan 1,6. Purata panjang luar amilopektin sebelum bercabang adalah 12 unit glukos sementara rantai dalam 8 unit glukos. Lazimnya amilopektin merupakan molekul yang terbesar dengan purata rangkaian polimer lebih dari satu juta unit glukos. Berat molekul amilopektin lebih kurang 1000 kali lebih besar daripada berat amilos.

Amilopektin kurang berkesan mengawal songsangan berbanding dengan amilos. Ini kerana gabungan molekul-molekul amilopektin yang tak larut terencat pada struktur yang banyak bercabang. Oleh itu amilopektin cenderung untuk melarut dan membentuk larutan bukan gel di bawah keadaan normal.

Komposisi Kimia Bijirin Kanji.

Kanji adalah karbohidrat yang mengandungi atom karbon, hidrogen dan oksigen dalam nisbah 6: 10: 5 yang dihipunkan dalam formula $(C_6H_{10}O_5 \cdot H_2O)_n$. Bijirin kanji selalunya mengandungi kandungan lembapan, protein, bahan berlemak, fosforus dan bahan bukan organik.

i. Kandungan lembapan

Kandungan lembapan bergantung kepada atmosfera di mana kanji disimpan. Pada keadaan biasa, kebanyakan kanji mengandungi 10 hingga 20% kelembapan (berat/berat). Keseimbangan kandungan

lembapan bagi semua kanji adalah rendah pada kelembapan yang relatif rendah. Pada RH (hubungan kelembapan atmosfera) kosong, kandungan lembapan kanji menghampiri kosong dan pada RH20%, kandungan lembapan bagi semua kanji lebih kurang 5 hingga 6% (berat/berat).

ii. Bahan berlemak

Kanji ubi (kentang) dan kanji akar (ubi kayu) hanya sedikit mengandungi bahan berlemak (0.1% atau kurang) jika dibandingkan dengan kanji bijirin biasa (jagung, gandum dan beras) iaitu kira-kira 0.6 hingga 0.8%. Bahan berlemak hadir dalam kanji sebagai bahan amilos kompleks dan bahan ini tidak akan larut tanpa melalui proses pemanasan.

iii. Protein

Jenis protein yang terdapat dalam bijirin kanji adalah peptida, amida, asid amino, asid nukleik dan enzim. Kanji ubi dan kanji akar hanya mengandungi sedikit protein iaitu 0.1% atau kurang dibandingkan dengan kanji bijirin biasa iaitu 0.3 hingga 0.5%.

iv. Fosforus

Fosforus dalam kanji bijirin mengandungi banyak fosfolipid. Jumlah kumpulan fosforus dalam kanji berjulat antara 200 hingga 400 unit glukos. Kanji mengandungi fosforus (fosfat) dalam bentuk garam. Kumpulan fosfat boleh disimpulkan sebagai kumpulan pertukaran ion.

v. Abu (bahan bukan organik)

Semua kanji komers mengandungi sebahagian kecil bahan bukan organik. Penganggaran kepekatan abu ditentukan melalui tinggalan selepas pembakaran selesai pada suhu tertentu. Kandungan abu bagi kanji kentang selaras dengan jumlah kumpulan fosfat sementara kanji bijirin pula selaras dengan jumlah fosfolipid. Abu kanji komers mengandungi banyak natrium, kalium, magnesium dan kalsium.

Sifat-sifat Fizikal Kanji

Kanji mempunyai beberapa jenis sifat-sifat fizikal, antaranya:

i. Julat suhu peragtan

Fenomena peragian kanji boleh diketahui melalui kaedah Hot. Julat suhu peragian bagi sesetengah kanji adalah:

- Kanji jagung : 70 - 79°C
- Kanji kentang : 57 - 87°C
- Kanji ubikayu : 68 - 92°C

ii. Kuasa membengkak

Jika ampalan berair kanji dipanaskan di atas suhu peragian, maka kanji akan membengkak secara progresif. Kuasa membengkak bagi tiap-tiap jenis kanji bergantung kepada kandungan peratus kelembapan sesuatu jenis kanji.

iii. Kebolehlarutan molekul kanji

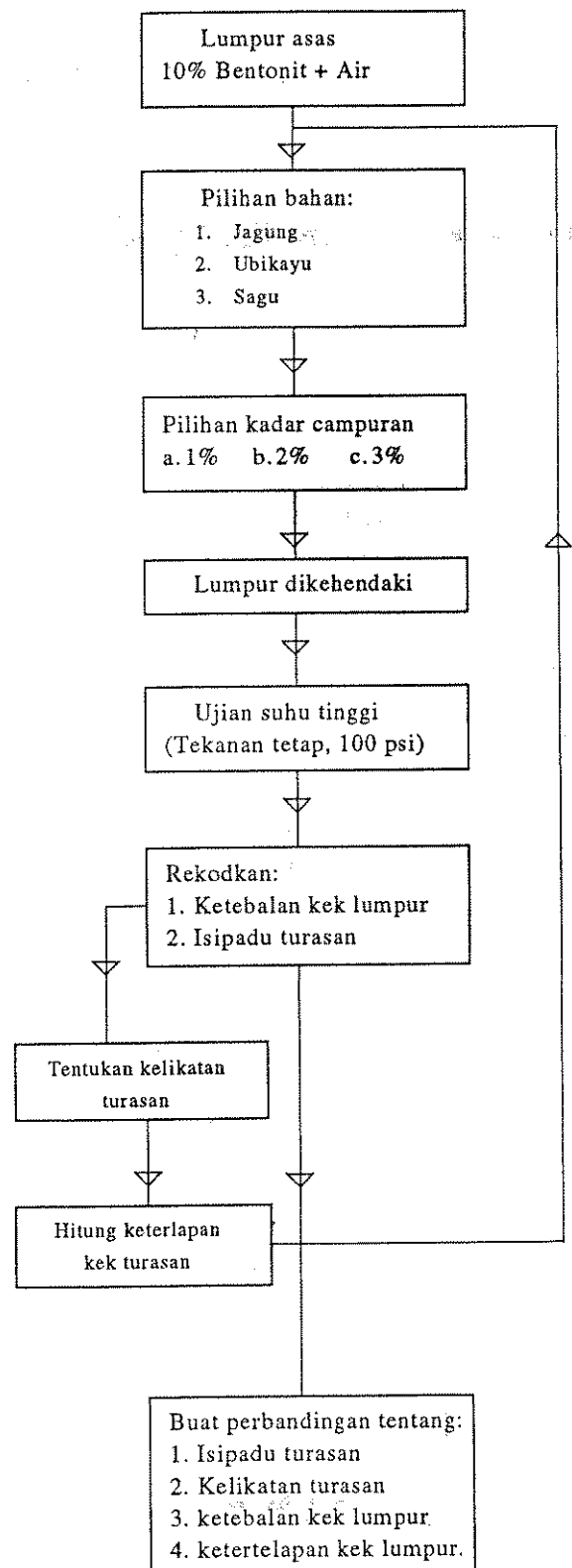
Kebolehlarutan molekul kanji sebenar bagi semua molekul kanji tidak berlaku secara normal kecuali adunannya dimasak pada suhu antara 100 hingga 160°C. Ini bergantung kepada jenis kanji di mana kanji berubi 100°C dan kanji jagung 150°C.

BAHAN DAN KAEDAH

Alat penuras tekanan jenis Tekanan dan Suhu Tinggi dengan tekanan dibekalkan oleh gas nitrogen digunakan. Rajah 3 menunjukkan dengan jelas bahagian-bahagian diselidiki dan parameter-parameter yang dipertimbangkan. Setiap sampel yang diuji mengambil masa 30 minit mengikut kod 29 API.

Kaedah ujikaji

Peralatan berikut dipanaskan mengikut susunan, iaitu tidung alas, sekeping kertas turas dan sel. Seterusnya jaket pemanasan disambungkan kepada bekalan elektrik 110 voltan. Termostat dilaraskan untuk memproleh suhu 150°F. Sampel ujian diisi ke dalam sel penua lebih kurang 1/4 inci daripada permukaan seterusnya sel penua tersebut dimasukkan ke dalam jaket pemanasan. Injap-injap atas dan bawah mestilah tertutup dan jangkassu dipindahkan ke lubang jangkassu. Apabila suhu mencapai 150°F, injap bawah dan injap atas (injap tekanan) dibuka untuk memulakan proses penurasan. Masa turasan pertama terjadi dicatatkan. Isipadu turasan diukur menggunakan selinder penyukat



Rajah 3: Carta alir kajian makmal

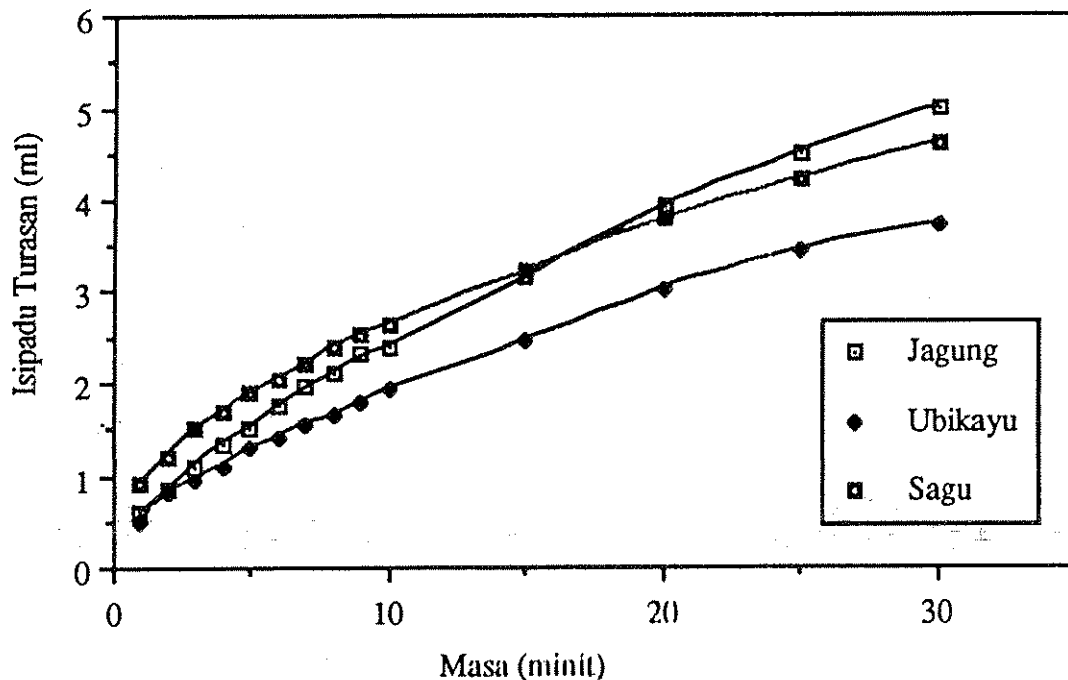
untuk setiap sela satu minit sehingga 10 minit dan setiap sela 5 minit sehingga 30 minit. Injap ditutup apabila mencapai 30 minit dan ketebalan kek turasan yang terbentuk diukur. Langkah 1 hingga 7 dengan suhu 200°F dan 220°F diulang.

HASIL DAN PERBINCANGAN

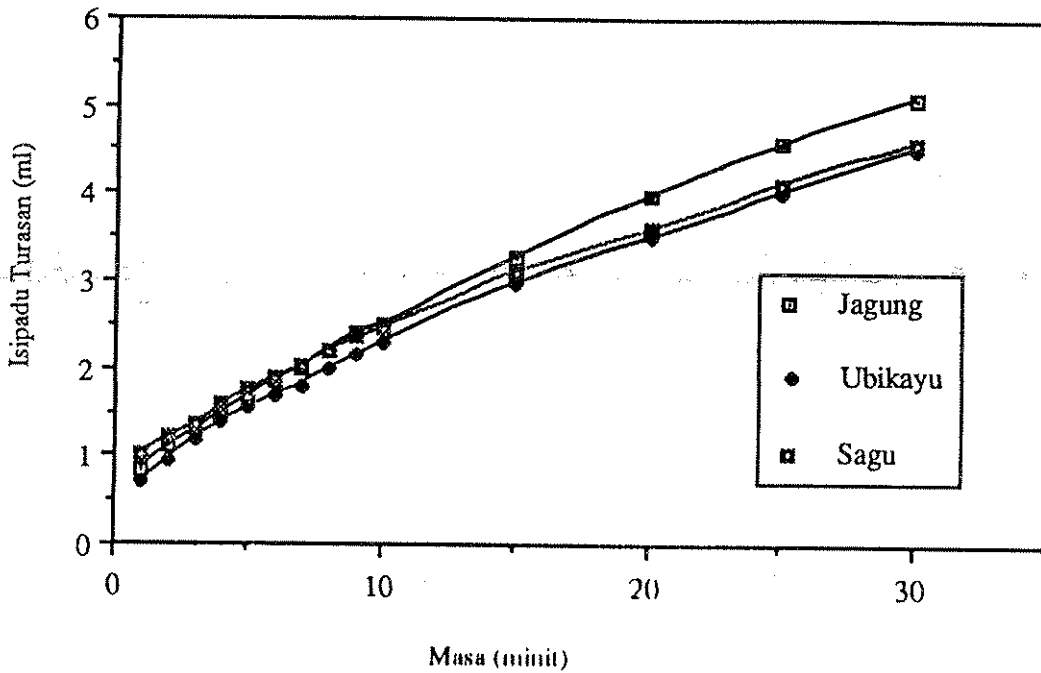
Pada suhu 150°F, kehilangan air tidak begitu dikawal oleh kanji jagung dan kanji sagu kerana masing-masing berada di bawah julat suhu peragian kecuali kanji ubikayu. Graf bagi semua jenis kanji tidak banyak berbeza di mana kecerunan pada setiap masa hampir sama serta lambat untuk mendatar. Kanji tidak dapat berfungsi sebagai agen kawalan kehilangan bendalir apabila suhu di bawah julat suhu peragian kerana ikatan hidrogen yang terbentuk melalui kumpulan hidroksida (OH) tidak dapat dipecahkan (amilopektin). Walaupun ikatan tersebut lemah, namun begitu ikatannya terlalu banyak menyebabkan daya ikatan tersebut menjadi kuat.

Pada suhu 200°F dan 220°F, semua kanji bertindakbalas dengan cergas sebagai agen kawalan kehilangan bendalir. Pada suhu ini semua kanji berada di dalam julat suhu peragian. Suhu tersebut telah dapat memecahkan kulit luar amilopektin kanji di mana ia akan menyebabkan bahagian dalam yang dipanggil amilos berupaya menyerap air dan membengkak. Amilos membengkak seolah-olah seperti span yang mengandungi air. Sekiranya diperhatikan pada Rajah 4 dan 5, pada suatu ketika, garislengkung menjadi mendatar. Ini kerana air yang hendak terturas diserap sepenuhnya oleh amilos.

Walau bagaimanapun kanji hanya dapat berfungsi sebagai agen kawalan kehilangan bendalir apabila suhu tidak melebihi 250°F. Ini kerana sebahagian daripada komposisinya terdiri daripada protein seperti peptida, amida, asid amino dan enzim. Adalah diketahui bahawa bahan-bahan ini akan musnah jika dikenakan suhu yang tinggi.



Rajah 4: Isipadu turasan kanji pada kepekatan 2% dan Suhu 200°F



Rajah 5: Isipadu turasan kanji pada kepekatan 2% dan Suhu 220°F

Jadual 1: Data ketebalan kek turasan per 32 inci pada kepekatan 1%, 2% dan 3% dengan suhu 150°F, 200°F dan 220°F untuk semua jenis kanji yang diselidiki.

Suhu °F	kepekatan %	Jenis bahan tambah	Ketebalan kek turasan (per 32 inci)
150	1	Kanji jagung	5.25
		Kanji ubikayu	5.75
		Kanji sagu	5.00
	2	Kanji jagung	3.75
		Kanji ubikayu	4.50
		Kanji sagu	4.50
	3	Kanji jagung	3.50
		kanji ubikayu	3.75
		Kanji sagu	3.25
200	1	Kanji jagung	6.50
		kanji ubikayu	5.75
		Kanji sagu	6.00
	2	Kanji jagung	5.75
		Kanji ubikayu	6.25
		Kanji sagu	5.50
	3	Kanji jagung	4.75
		Kanji ubikayu	5.75
		Kanji sagu	4.50
220	1	Kanji jagung	6.50
		kanji ubikayu	6.75
		Kanji sagu	6.25
	2	Kanji jagung	5.50
		Kanji ubikayu	5.75
		Kanji sagu	5.50
	3	Kanji jagung	5.25
		Kanji ubikayu	5.50
		Kanji sagu	4.75

Semua jenis kanji menghasilkan ketebalan kek turasan semakin nipis apabila kepekatan kanji ditingkatkan (Jadual 1). Ini kerana, molekul-molekul kanji tersusun secara seragam dan padat pada ruang-ruang antara partikel-partikel lumpur dan sebaliknya apabila kepekatan rendah.

KESIMPULAN

Kanji ubikayu dan kanji sagu lebih baik daripada kanji jagung sebagai agen kawalan kehilangan bendalir. Kesimpulan ini berdasarkan kepada faktor-faktor seperti jumlah isipadu turasan dan kecenderungan graf untuk mendatar lebih cepat. Kanji berpotensi untuk menyerap air seterusnya membengkak kerana kanji hanya mengandungi sedikit kandungan kelembapan iaitu 10 hingga 20%. Keadaan ini bergantung kepada kelembapan atmosfera tempat kanji digunakan.

RUJUKAN

Beynun, V. et al. 1985. Starch Convension Technology. New York and Basel, pp. 15.
 Chilingrian, G. V. and Vorabutr, P., 1984. Drilling and Drilling fluids. Elsevier Science Publishing Company Inc., pp. 262.

Gray, R. F., 1983. Evaluation of Drilling - Fluids
Loss Additives Under Dynamic Condition.
Trans. AIME, 228 : 90.

Perricone, A. C. *et al.*, 1986, Vincy Sulfonate
Copolymer for High - Temperature Control
of Water - Based Mud. **SPE. October : 358.**
