



Studi Laboratorium Penambahan Tepung Umbi Porang Terhadap *Filtration Loss* dan *Rheology* Lumpur Pemboran

Risaldi*, M. Nur Mukmin, Markus Lumbaa, Baiq Maulinda Ulfah

Sekolah Tinggi Teknologi Migas Balikpapan, Indonesia

Email: risalditulen@gmail.com*, mukmin16011967@gmail.com,

markus.lumbaa@sttmigas.ac.id, baiqmaulinda18@gmail.com

Keywords		Abstract
<i>Filtration Loss, porang tuber, drilling mud, rheology, API.</i>		<i>Excessive filtrate loss in water-based drilling mud (WBM) can reduce the mud's liquid fraction, potentially causing formation damage in the form of decreased permeability and porosity around the wellbore zone, thereby reducing overall hydrocarbon production rates in the well. This problem drives the need for effective, economical natural additives that control filtration loss without compromising rheological stability. This study aims to analyze the effect of adding porang tuber flour (<i>Amorphophallus konjac</i>) on the rheological characteristics and filtration loss of water-based drilling mud. Testing was conducted experimentally in the laboratory using four sample variations, namely 0 grams (control), 2 grams, 4 grams, and 6 grams of porang tuber flour, following the American Petroleum Institute standard (API 13B). The results show that adding porang tuber flour can potentially reduce filtration loss from 8.2 ml to 5.1 ml at a concentration of 6 grams, indicating more effective and thinner mud cake formation. The effect on rheology is seen in the increase of Plastic Viscosity from 21 cP to 49 cP and Yield Point from 15 lbs/100ft² to 80 lbs/100ft², indicating increased viscosity and cutting-carrying capacity during drilling. In addition, Gel Strength increased from 0.52 lbs/100ft² to 0.66 lbs/100ft², while pH slightly decreased from 10.7 to 10.52. Overall, the optimal concentration for maintaining balanced rheological properties lies within the 2-4 gram range, while the most effective reduction in filtration loss was obtained with the addition of 6 grams of porang tuber flour, indicating its potential as a natural filtration-loss-control additive for water-based drilling mud.</i>
Kata Kunci		Abstrak
<i>Filtration Loss, Tepung Umbi Porang, Lumpur Pemboran, rheology, API.</i>		<i>Kehilangan filtrat yang berlebihan pada lumpur pemboran berbasis air (water-based mud/WBM) dapat menyebabkan penurunan fraksi cairan lumpur, yang berpotensi menimbulkan kerusakan formasi (formation damage) berupa penurunan permeabilitas dan porositas di sekitar zona sumur, sehingga mengakibatkan penurunan tingkat produksi hidrokarbon. Permasalahan ini mendorong perlunya eksplorasi bahan aditif alami yang efektif dan ekonomis untuk</i>

mengendalikan filtration loss tanpa mengorbankan kestabilan sifat rheology lumpur. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan tepung umbi porang (*Amorphophallus konjac*) terhadap karakteristik rheology dan filtration loss lumpur pemboran berbasis air. Pengujian dilakukan secara eksperimental di laboratorium menggunakan empat variasi sampel, yaitu 0 gram (kontrol), 2 gram, 4 gram, dan 6 gram tepung umbi porang, dengan prosedur pengujian mengacu pada standar American Petroleum Institute (API 13B). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tepung umbi porang berpotensi menurunkan filtration loss dari 8,2 ml menjadi 5,1 ml pada konsentrasi 6 gram, yang mengindikasikan kemampuan pembentukan mud cake yang lebih efektif dan tipis. Pengaruh terhadap rheology terlihat pada peningkatan Plastic Viscosity dari 21 cP menjadi 49 cP dan Yield Point dari 15 lbs/100ft² menjadi 80 lbs/100ft², yang mengindikasikan peningkatan viskositas lumpur dan daya angkat serbuk bor (cutting) selama proses pemboran. Selain itu, Gel Strength meningkat dari 0,52 lbs/100ft² menjadi 0,66 lbs/100ft², serta nilai pH mengalami sedikit penurunan dari 10,7 menjadi 10,52. Konsentrasi optimal untuk menjaga keseimbangan sifat rheology berada pada rentang 2–4 gram, sedangkan penurunan filtration loss yang paling efektif diperoleh pada penambahan 6 gram tepung umbi porang, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai aditif alami pengendali filtration loss pada lumpur pemboran berbasis air.

PENDAHULUAN

Masalah utama yang sering muncul selama proses pengeboran adalah kehilangan filtrat (*filtration loss*). Kehilangan filtrat yang berlebihan dapat menyebabkan lumpur kehilangan fraksi cairannya, sehingga mengakibatkan perubahan sifat fisik lumpur yang dapat mengganggu proses pengeboran. Kondisi ini berpotensi menimbulkan kerusakan formasi (*formation damage*), di mana permeabilitas dan porositas di sekitar zona sumur menurun, sehingga memicu penurunan tingkat produksi formasi hidrokarbon (Amanullah & Yu, 2005; Issa et al., 2023; Masnawati et al., 2023; Shehab et al., 2023; Tost et al., 2020). Lumpur pemboran memiliki fungsi vital dalam mendukung kelancaran operasi, meliputi pengangkutan *cuttings* keluar dari lubang bor, mempertahankan tekanan hidrostatik untuk menjaga stabilitas formasi, menurunkan suhu serta melumasi bit dan pipa, dan membentuk *filter cake* pada dinding lubang untuk mencegah infiltrasi filtrat ke dalam formasi. Keberadaan lumpur yang berkualitas menjadikan proses pengeboran lebih efisien dan aman karena dapat mengurangi risiko *stuck pipe*, kebocoran formasi, dan runtuhnya lubang bor (Effendi & Pramurti, 2019; Indonesia, 2021; Rubiandini, 2012; Sari & Dwiwati, 2013; Winarno, 2004).

Filtration loss terjadi ketika fase cair lumpur pemboran masuk ke

dalam formasi permeabel, meninggalkan padatan yang membentuk *filter cake*. Jika proses filtrasi tidak terkontrol dengan baik, maka dapat menyebabkan berbagai masalah serius, seperti kerusakan formasi, penurunan permeabilitas formasi produktif, pembengkakan *clay*, ketidakstabilan lubang bor, hingga kesulitan pada saat operasi *cementing*. Oleh karena itu, pengendalian *filtration loss* dan *rheology* pada lumpur pemboran merupakan aspek kritis dalam pengelolaan lumpur pemboran agar terhindar dari permasalahan operasional yang tidak diinginkan (Aftab et al., 2018; Al Jaber et al., 2024; Darley & Gray, 1988; Hadi HS, 1990; Klungtvéd & Saasen, 2022).

Pemilihan aditif yang tepat pada lumpur pemboran menjadi faktor kunci dalam meningkatkan efisiensi keseluruhan proses pengeboran. Aditif yang umum digunakan di industri perminyakan untuk mengatasi *filtration loss* adalah *carboxymethyl cellulose* (CMC). Lumpur yang diformulasikan dengan CMC efektif untuk menahan air serta meningkatkan viskositas. Namun, aditif industri tersebut tergolong mahal, sehingga diperlukan riset untuk menemukan aditif alternatif yang lebih hemat biaya dan mampu mengendalikan kehilangan filtrasi, terutama yang bersumber dari bahan alam yang terbarukan (Institute, 2019; Liu et al., 2024; Vukasovich & Sullivan, 1986).

Indonesia sebagai negara agraris memiliki kekayaan sumber daya alam hayati yang melimpah. Salah satu potensi yang dapat dikembangkan adalah umbi porang (*Amorphophallus konjac*), yang banyak ditemukan di daerah dataran tinggi Indonesia. Umbi porang dikenal mengandung pati tinggi yang memiliki karakteristik unik, yaitu mampu membentuk gel dan memiliki kemampuan mengikat air yang tinggi. Karakteristik ini menunjukkan potensi umbi porang sebagai aditif alami dalam lumpur pemboran untuk mengontrol *filtration loss* dan memperbaiki *rheology*.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji pemanfaatan bahan alam sebagai aditif lumpur pemboran. Penelitian oleh (Dankwa et al., 2018; Lavrentiadi & Leusheva, 2023; Okonkwo & Joel, 2023) mengevaluasi kinerja tepung pati singkong lokal sebagai viskofier sekunder dan agen pengendali kehilangan fluida pada lumpur pemboran berbasis air, dan menunjukkan hasil yang menjanjikan. Sementara itu, penelitian tentang tepung porang lebih banyak difokuskan pada aplikasi pangan, seperti yang dilakukan oleh (Helmi & Karsiningsih, 2024) tentang karakteristik fisik, kimia, dan prebiotik tepung porang fermentasi, serta penelitian tentang pemurnian glukomanan dari tepung porang untuk bahan baku *jelly*. Namun, penelitian yang secara spesifik mengkaji penggunaan tepung umbi porang sebagai aditif *filtration loss* dan pengaruhnya terhadap *rheology* lumpur pemboran masih sangat terbatas.

Kesenjangan penelitian (*research gap*) yang diidentifikasi adalah

belum adanya data eksperimental yang komprehensif mengenai pengaruh variasi konsentrasi tepung umbi porang terhadap parameter *filtration loss* dan *rheology* lumpur pemboran berbasis air (WBM) sesuai standar API 13B (Alkalbani et al., 2023; Institute, 2020; Mélo, 2003; Rante et al., 2024; Wastu et al., 2023). Penelitian ini hadir untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan menguji secara empiris pengaruh penambahan tepung umbi porang pada konsentrasi 0 gram, 2 gram, 4 gram, dan 6 gram terhadap sifat-sifat fisik lumpur pemboran.

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan untuk menemukan aditif alternatif yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan dari bahan baku lokal yang melimpah. Pada tahun 2020, Indonesia menghasilkan 142.000 ton umbi porang dari luas area 19.950 ha, dengan proyeksi produksi mencapai 600.000 ton dari luas lahan 100.000 ha. Kandungan pati yang tinggi dalam umbi porang serta ketersediaannya yang melimpah menjadi alasan utama dilakukannya penelitian ini. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada penggunaan tepung umbi porang sebagai aditif pengendali *filtration loss* pada lumpur pemboran, yang selama ini lebih banyak dimanfaatkan untuk aplikasi pangan dan industri .

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh penambahan tepung umbi porang terhadap karakteristik lumpur pemboran berbasis air, khususnya pada nilai *filtration loss* dan *rheology* (*plastic viscosity*, *yield point*, dan *gel strength*). Fokus penelitian dibatasi pada penggunaan tepung umbi porang sebagai aditif dengan variasi konsentrasi 2 gram, 4 gram, dan 6 gram yang ditambahkan ke dalam lumpur standar. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik perminyakan, khususnya dalam pemanfaatan bahan alam sebagai aditif alternatif. Secara praktis, hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya, memberikan informasi mengenai potensi tepung umbi porang sebagai aditif alami pada lumpur pemboran, serta meningkatkan nilai tambah komoditas umbi porang di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorium untuk menganalisis pengaruh penambahan tepung umbi porang terhadap nilai *filtration loss* dan *rheology* pada lumpur pemboran berbasis air (*fresh water mud*). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Perminyakan Sekolah Tinggi Teknologi Migas (STT Migas) Balikpapan pada tanggal 24–25 Mei 2026. Populasi data dalam penelitian ini adalah seluruh parameter sifat fisik lumpur pemboran, sedangkan sampel yang digunakan adalah empat variasi konsentrasi tepung umbi porang, yaitu 0 gram (kontrol), 2 gram, 4 gram, dan 6 gram. Teknik pengambilan sampel dilakukan secara purposif, di

mana konsentrasi aditif ditentukan berdasarkan rentang yang umum digunakan dalam formulasi lumpur pemboran .

Instrumen penelitian yang digunakan meliputi timbangan digital, *mixer*, *mud balance*, *rheometer*, *filter press*, *pH meter*, kertas saring, jangka sorong, gelas ukur, *stopwatch*, dan gelas beaker. Seluruh peralatan telah dikalibrasi sesuai prosedur standar laboratorium. Prosedur penelitian diawali dengan menyiapkan seluruh alat dan bahan sesuai komposisi yang telah ditentukan, kemudian menimbang bahan menggunakan timbangan digital dan mencampurkannya ke dalam *fresh water* secara bertahap menggunakan *mixer*. Urutan pencampuran dimulai dari *caustic soda*, *bentonite*, PAC-LV, tepung umbi porang, *barite*, KCl, dan XCD Polymer hingga diperoleh sampel lumpur yang homogen .

Pengumpulan data dilakukan melalui serangkaian pengujian sifat fisik lumpur, meliputi densitas menggunakan *mud balance*, *rheology* dan *gel strength* menggunakan *rheometer*, API *filtration loss* dan ketebalan *mud cake* menggunakan *filter press* dengan tekanan 100 psi selama 30 menit, serta pH menggunakan *pH meter* digital terhadap cairan filtrat. Seluruh pengujian dilakukan sesuai prosedur standar API RP 13B-1 . Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan membandingkan hasil pengujian setiap sampel terhadap standar spesifikasi API 13B, serta menyajikan data dalam bentuk tabel dan grafik untuk melihat kecenderungan perubahan parameter seiring dengan peningkatan konsentrasi tepung umbi porang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisa Sampel Data

Berikut merupakan spesifikasi dan komposisi lumpur yang di gunakan serta hasil pengujian dari tiap sampel.

Tabel 4.1 Standar Spesifikasi API 13B

Mud Properties	Spesification	Satuan
Mud Weight	8,5-9,6	gr/cm ³
Plastic Viscosity	Minimal 7	Cp
Yield Point	Maksimal 50	lb/100ft ²
Gel Strength	Minimal 0,48	lb/100ft ²
Filtrate API	Maksimal 15	ml/30menit
Ph	Minimal 7	-
Mud Cake	Maksimal 2	Mm

Sumber: Diadaptasi dari American Petroleum Institute (API). Spesifikasi API 13A: Material Fluida Pengeboran (2020) dan API RP 13B-1: Pengujian Fluida Pengeboran Berbasis Air .

Spesifikasi ini digunakan sebagai acuan dalam penelitian, dimana spesifikasi lumpur diperoleh dari spesifikasi API 13B yang merupakan standar resmi dan internasional untuk lumpur pemboran.

Sampel 1 (Sampel Original)

Tabel 4.2 Komposisi Lumpur

Komposisi	Volume (ml)	SG	Weight (gr)	Time Menit	Speed
<i>Fresh Water</i>	305,05	1,00	305,05	1	Low
<i>Causic Soda</i>	0,12	2,13	0,25	1	Low
<i>Bertonite</i>	1,20	2,50	3,00	5	Low
<i>PAC-LV</i>	0,83	1,50	1,25	5	Low
<i>Starch</i>	0	1,50	0,00	5	Low
<i>Barite</i>	28,57	4,20	120,00	3	Low
<i>Kcl</i>	13,38	1,98	26,50	3	Low
<i>XCD Polymer</i>	0,84	1,60	1,35	8	Low

Sumber: Disiapkan oleh penulis berdasarkan formulasi laboratorium dan prosedur eksperimental.

Hasil pengujian sampel:

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sampel 1

MUD PROPERTIES	UNIT	RESULT
<i>Mud Weight</i>	SG	9.1
<i>Reading @ 120°F</i>	RPM 600	57
-	300	36
-	200	31
-	100	25
-	6	15
-	3	10
<i>PV</i>	Cps	21
<i>YP</i>	lbs/100ft ²	15
<i>Gel Strenght 10 Detik</i>	lbs/100ft ²	10
<i>Gel Strenght 10 Menit</i>	lbs/100ft ²	19
<i>API Filtration loss</i>	Cc/30 min	8,2
<i>pH</i>	-	10,7
<i>Mud Cake</i>	Mm	0,33

Sumber: Hasil eksperimen yang diproses oleh penulis sesuai dengan prosedur pengujian laboratorium API RP 13B-1.

Perhitungan sampel lumpur standar (0 gram)

- Mud Weigth* = 9.1
- Rheollogy*
 $PV = RPM\ 600 - RPM\ 300$
 $= 57 - 36 = 21\ cp$
 $YP = RPM\ 300 - PV$

$$= 36 - 21 = 15 \text{ lbs/100ft}^2$$

$$\begin{aligned} \text{GS} &= \frac{\text{Simpangan maksimum 10 detik}}{\text{Simpangan maksimum 10 menit}} \\ &= \frac{10 \text{ lb/100ft}^2}{19 \text{ lb/100ft}^2} \\ &= 0,52 \text{ lb/100ft}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Filtrate API} = 8.2 \text{ ml/30min}$$

$$\text{pH} = 10.7$$

Sampel 2 (Penambahan Tepung Umbi Porang 2 gr)

Tabel 4.4 Komposisi Lumpur

Komposisi	Volume (ml)	SG	Weight (gr)	Time Menit	Speed
<i>Fresh Water</i>	301,29	1,00	301,29	1	Low
<i>Caustic Soda</i>	0,12	2,13	0,25	1	Low
<i>Bertonite</i>	1,20	2,50	3,00	5	Low
<i>PAC-LV</i>	0,83	1,50	1,25	5	Low
Tepung Umbi Porang	3,77	0,53	2,00	5	Low
<i>Barite</i>	28,57	4,20	120,00	3	Low
<i>Kcl</i>	13,38	1,98	26,50	3	Low
<i>XCD Polymer</i>	0,84	1,60	1,35	8	Low

Sumber: Disiapkan oleh penulis berdasarkan formulasi laboratorium dan prosedur eksperimental.

Hasil pengujian sampel 2:

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Sampel 2

MUD PROPERTIES	UNIT	RESULT
<i>Mud Weight</i>	SG	9.3
Reading @ 120°F	RPM 600	83
-	300	59
-	200	56
-	100	44
-	6	17
-	3	15
PV	Cps	24
YP	lbs/100ft ²	35
<i>Gel Strength 10 Detik</i>	lbs/100ft ²	15
<i>Gel Strength 10 Menit</i>	lbs/100ft ²	28
<i>API Filtration loss</i>	Cc/30 min	7,3
<i>pH</i>	-	9,55
<i>Mud Cake</i>	Mm	0,39

Sumber: Hasil eksperimen yang diproses oleh penulis sesuai dengan prosedur pengujian laboratorium API RP 13B-1.

Perhitungan sampel lumpur (Penambahan tepung umbi porang 2 gram)

a. *Mud Weight* = 9.5

b. *Rheology*

PV = RPM 600 – RPM 300

= 83 – 59 = 24 cp

YP = RPM 300 – PV

= 59 – 24 = 35 lbs/100ft²

GS =
$$\frac{\text{Simpangan maksimum 10 detik}}{\text{Simpangan maksimum 10 menit}} = \frac{15 \text{ lb/100ft}^2}{28 \text{ lb/100ft}^2} = 0,53 \text{ lb/100ft}^2$$

Filtrate API = 7.3 ml/30min

pH = 7.29

Sampel 3 (Penambahan Tepung Umbi Porang 4 gr)

Tabel 4.6 Komposisi Lumpur

Komposisi	Volume (ml)	SG	Weight (gr)	Time Menit	Speed
<i>Fresh Water</i>	297,52	1,00	297,52	1	Low
<i>Cautic Soda</i>	0,12	2,13	0,25	1	Low
Bertonite	1,20	2,50	3,00	5	Low
PAC-LV	0,83	1,50	1,25	5	Low
Tepung Umbi Porang	7,54	0,53	4,00	5	Low
Barite	28,57	4,20	120,00	3	Low
Kcl	13,38	1,98	26,50	3	Low
XCD Polymer	0,84	1,60	1,35	8	Low

Sumber: Disiapkan oleh penulis berdasarkan formulasi laboratorium dan prosedur eksperimental.

Hasil pengujian sampel 3:

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Sampel 3

MUD PROPERTIES	UNIT	RESULT
Mud Weight	SG	9.4
Reading @ 120°F	RPM 600	95
-	300	69
-	200	64
-	100	48
-	6	19

MUD PROPERTIES	UNIT	RESULT
-	3	16
PV	Cps	26
YP	lbs/100ft ²	43
Gel Strength 10 Detik	lbs/100ft ²	17
Gel Strength 10 Menit	lbs/100ft ²	28
API Filtration loss	Cc/30 min	6,2
pH	-	8,34
Mud Cake	Mm	0,72

Sumber: Hasil eksperimen yang diproses oleh penulis sesuai dengan prosedur pengujian laboratorium API RP 13B-1.

Perhitungan sampel lumpur (Penambahan Tepung umbi porang 4 gram)

- Mud Weight* = 9.6
- Rheology*

$$\text{PV} = \text{RPM 600} - \text{RPM 300}$$

$$= 95 - 69 = 26 \text{ cp}$$

$$\text{YP} = \text{RPM 300} - \text{PV}$$

$$= 69 - 26 = 43 \text{ lbs/100ft}^2$$

$$\text{GS} = \frac{\text{Simpangan maksimum 10 detik}}{\text{Simpangan maksimum 10 menit}}$$

$$= \frac{17 \text{ lb/100ft}^2}{28 \text{ lb/100ft}^2}$$

$$= 0,60 \text{ lb/100ft}^2$$

$$\text{Filtrate API} = 6,2 \text{ ml/30min}$$

$$\text{pH} = 8.93$$

Sampel 4 (Penambahan Tepung Umbi Porang 6 gr)

Tabel 4.8 Komposisi Lumpur

Komposisi	Volume (ml)	SG	Weight (gr)	Time Menit	Speed
<i>Fresh Water</i>	293,75	1,00	293,75	1	Low
<i>Caustic Soda</i>	0,12	2,13	0,25	1	Low
Bertonite	1,20	2,50	3,00	5	Low
PAC-LV	0,83	1,50	1,25	5	Low
Tepung Umbi Porang	11,32	0,52	6,00	5	Low

Komposisi	Volume (ml)	SG	Weight (gr)	Time Menit	Speed
Barite	28,57	4,20	120,00	3	Low
Kcl	13,38	1,98	26,50	3	Low
XCD Polymer	0,84	1,60	1,35	8	Low

Sumber: Disiapkan oleh penulis berdasarkan formulasi laboratorium dan prosedur eksperimental.

Hasil pengujian sampel:

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Sampel 4

MUD PROPERTIES	UNIT	RESULT
<i>Mud Weight</i>	SG	9.6
Reading @ 120°F	RPM 600	178
-	300	129
-	200	98
-	100	92
-	6	49
-	3	45
PV	Cps	49
YP	lbs/100ft ²	80
<i>Gel Strength 10 Detik</i>	lbs/100ft ²	47
<i>Gel Strength 10 Menit</i>	lbs/100ft ²	71
API Filtration loss	Cc/30 min	5,1
<i>pH</i>	-	7,64
<i>Mud Cake</i>	Mm	0,98

Sumber: Hasil eksperimen yang diproses oleh penulis sesuai dengan prosedur pengujian laboratorium API RP 13B-1.

Perhitungan sampel lumpur (Penambahan tepung umbi porang 6 gram)

- Mud Weight* = 10.5
- Rheology*
 PV = RPM 600 – RPM 300
 = 178 – 129 = 49 cp
 YP = RPM 300 – PV

$$= 129 - 49 = 80 \text{ lbs}/100\text{ft}^2$$

$$\begin{aligned} \text{GS} &= \frac{\text{Simpangan maksimum 10 detik}}{\text{Simpangan maksimum 10 menit}} \\ &= \frac{47 \text{ lb}/100\text{ft}^2}{71 \text{ lb}/100\text{ft}^2} \\ &= 0,66 \text{ lb}/100\text{ft}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Filtrate API} = 5.1 \text{ ml}/30\text{min}$$

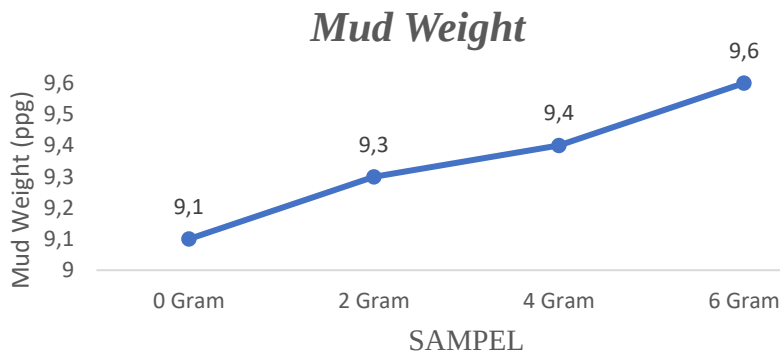
$$\text{pH} = 10.52$$

Grafik Perbandingan Sifat Fisik Lumpur *Mud Weight*

Tabel 4.10 *Mud Weight*

Tepung Umbi Porang			
Lumpur Original	2gr	4gr	6gr
9.1	9.3	9.4	9.6

Gambar 4.1 *Mud Weight* dari Tepung Umbi Porang



Sumber: *Disiapkan oleh penulis berdasarkan data eksperimen laboratorium.*

Berdasarkan Gambat 4.1 di atas dapat diperoleh informasi bahwa lumpur original tanpa penambah tepung umbi porang, nilai *mud weight* berada pada 9,1 ppg. Penambahan 2 gram tepung umbi porang menunjukkan nilai *Mud Weigth* tetap pada 10,8 ppg, yang menandakan tidak terjadi perubahan massa lumpur. Peningkatan *mud weiht* terdeteksi pada penambahan tepung umbi porang 2 gram, 4 gram, dan 6 gram menjadi 9,6 ppg. Hal ini disebabkan oleh penambahan padatan dalam lumpur. Kondisi ini menunjukkan bahwa tepung umbi porang tidak mengakibatkan peningkatan densitas lumpur secara berlebihan, sehingga lumpur tetap berada dalam rentang yang aman untuk

operasi pemboran. Jika mud weight berlebihan (melebihi batas atas), dapat mengakibatkan hilangnya lumpur ke dalam formasi (*lost circulation*), yang menimbulkan penurunan tekanan *hydrostatic* dan gangguan pada sistem sirkulasi. Sebaliknya, jika *mud weight* kekurangan, dapat memicu masuknya fluida formasi ke dalam lubang bor (kick), yang berpotensi mengakibatkan blowout apabila tidak dikendalikan secara tepat.

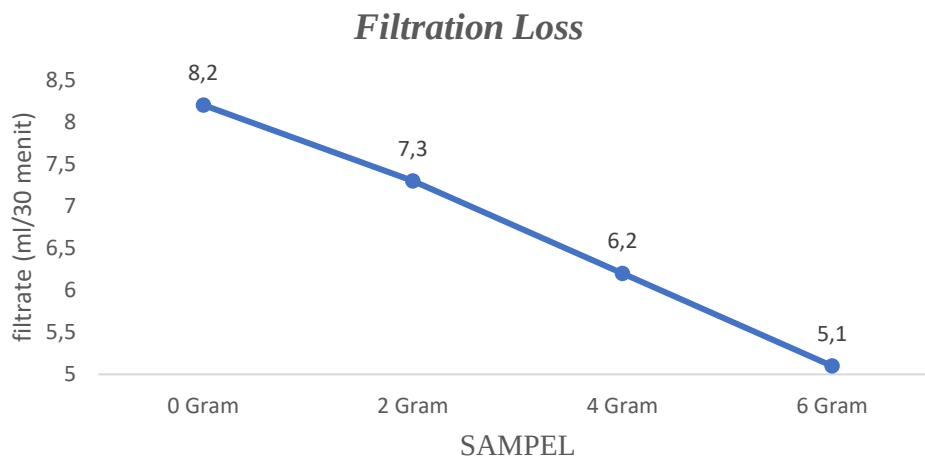
API Filtration Loss

Tabel 4.11 *Filtration Loss*
Tepung Umbi Porang

Lumpur Original	2gr	4gr	6gr
8.2	7.3	6.2	5.1

Sumber: Hasil eksperimen yang diolah oleh penulis.

Gambarr 4.2 API Filtration Loss dari Tepung Umbi Porang



Sumber: Disiapkan oleh penulis berdasarkan data eksperimen laboratorium.

Berdasarkan gambar 4.2 di atas dapat terlihat nilai *filtration loss* lumpur original adalah 8,2 ml/30min. Nilai ini mengalami penurunan menjadi 7,3 ml/30min pada penambahant tepung umbi porang sebanyak 2 gram, kemudian menurun kembali menjadi 6,2 ml/30min pada penambahan 4 gram, dan menjadi 5,1 ml/30min pada penambahan 6 gram. Kondisi ini menunjukkan bahwa seiring dengan peningkatan konsentrasi tepung umbi porang, aditif tersebut bekerja efektif dalam memperbaiki struktur filtrasi lumpur dan mampu mengisi pori-pori pada struktur *filter cake* yang terbentuk.

Dimana filtrat yang rendah menunjukkan lumpur mampu membentuk filter cake yang rapat, sehingga baik untuk mencegah kehilangan fluida dan menjaga permeabilitas formasi.

Rheology

1. Plastic Viscosity

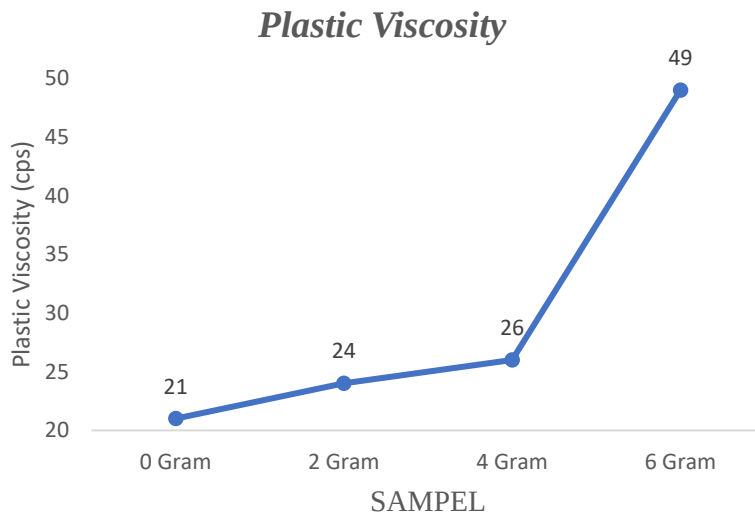
Tabel 4.12 Plastic Viscosity

Tepung Umbi Porang

Lumpur Original	2gr	4gr	6gr
21	24	26	49

Sumber: Hasil eksperimen yang diolah oleh penulis.

Gambar 4.3 Plastic Viscosity dari Tepung Umbi Porang



Sumber: Disiapkan oleh penulis berdasarkan data eksperimen laboratorium.

Berdasarkan gambar 4.3 di atas dapat diperoleh informasi bahwa lumpur original memiliki nilai PV sebesar 21 cp. Nilai ini meningkat menjadi 24 cp pada penambahan tepung umbi porang 2 gram, kemudian meningkat lagi menjadi 26 cp pada penambahan 4 gram. Kondisi ini menunjukkan bahwa peningkatan padatan tersuspensi mulai mempengaruhi gaya geser fluida, tetapi masih berada dalam batas yang normal. Peningkatan signifikan terjadi pada konsentrasi 6 gram dengan nilai PV sebesar 49 cp. Kenaikan tajam ini mengindikasikan bahwa lumpur telah mengalami penambahan padatan secara berlebih, sehingga viskositas PV meningkat drastis akibat adanya interaksi

antar partikel Berdasarkan analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi optimum berada pada kisaran 2-4 gram. Pada rentan konsentrasi tersebut, peningkatan PV masih terkendali tanpa membebani pompa atau menurunkan efisiensi sirkulasi lumpur. Nilai plastic viscosity yang terlalu rendah dapat mengurangi kemampuan lumpur dalam membawa cutting, namun apabila nilainya terlalu tinggi dapat menimbulkan permasalahan operasional seperti peningkatan tekanan pompa dan hambatan sirkulasi.

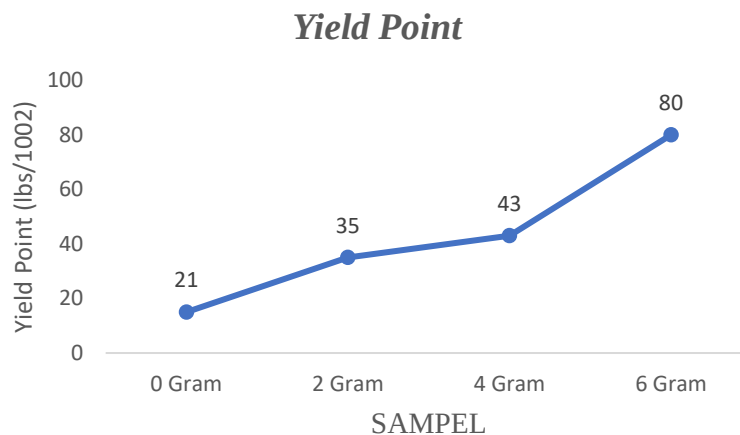
2. Yield Poin

Tabel 4.13 Yield Point
Tepung Umbi Porang

Lumpur Original	2gr	4gr	6gr
15	35	43	80

Sumber: Hasil eksperimen yang diolah oleh penulis.

Gambar 4.4 Yield Point dari Tepung Umbi Porang



Sumber: Disiapkan oleh penulis berdasarkan data eksperimen laboratorium.

Berdasarkan gambar 4.4 di atas terjadi peningkatan signifikan seiring dengan penambahan tepung umbi porang. Lumpur standar memiliki nilai *Yield point* sebesar 15 lbs/100ft², kemudian meningkat menjadi 35 lbs/100ft² dan 43 lbs/100ft² pada penambahan 2 gram dan 4 gram tepung umbi porang. Peningkatan ini menunjukkan bahwa aditif tepung umbi porang mampu memperkuat struktur internal lumpur, sehingga meningkatkan kemampuan lumpur menahan *cuttings* dan padatan yang tersuspensi serta tidak memberikan beban berlebih pada pompa. Pada konsentrasi 6 gram, nilai YP mengalami peningkatan signifikan hingga 80 lbs/100ft². Kenaikan besar ini

terjadi sebab jumlah tepung umbi porang yang berlebihan meningkatkan viskositas lumpur. Meskipun demikian, peningkatan kemampuan angkat *cutting* juga terjadi. Nilai yield point yang tinggi dapat menyebabkan lumpur menjadi terlalu kental menyulitkan aliran fluida dan memaksa pompa yang berpotensi menyebabkan *overheating*. Sebaliknya, jika nilai YP terlalu rendah menimbulkan permasalahan seperti pengendapan padatan dan penyumbatan. Lumpur encer memungkinkan partikel berat atau serpihan bor mengendap di dasar sumur. Ini bisa menyumbat bit bor, annulus, atau sistem sirkulasi, memperlambat pemboran dan meningkatkan risiko *stuck pipe*.

3. Gel Strength

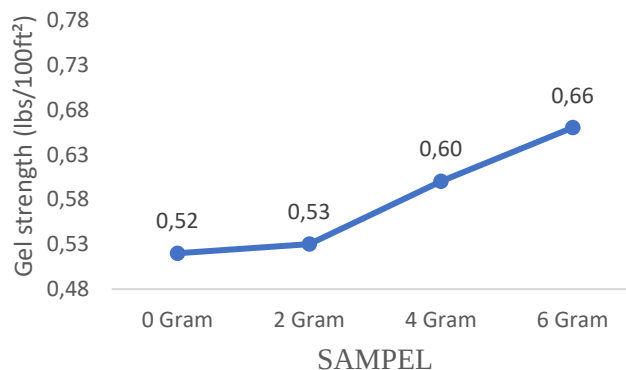
Tabel 4. 14 Gel Strength
Tepung Umbi Porang

Lumpur Original	2gr	4gr	6gr
0,52	0,53	0,60	0,66

Sumber: Hasil eksperimen yang diolah oleh penulis.

Gambar 4.5 Gel Strength dari Tepung Umbi Porang

Gel Strength



Sumber: Disiapkan oleh penulis berdasarkan data eksperimen laboratorium.

Berdasarkan gambar 4.5 di atas hasil pengujian *gel strength* dengan penambahan tepung umbi porang terhadap rheology lumpur dengan variasi dosis 2 gram, 4 gram, dan 6 gram pada sistem lumpur pemboran, dapat terlihat bahwa terdapat pengaruh terhadap nilai *gel strength*. Sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.5, sampel dengan dosis 2 gram, 4 gram, dan 6 gram

mengalami peningkatan nilai *gel strength* yang konstan setelah penambahan aditif. Hasil pengujian *gel strength* menunjukkan bahwa sampel 1 memiliki nilai sebesar 0,52 lbs/100ft², sampel 2 sebesar 0,53 lbs/100ft², sampel 3 sebesar 0,60 lbs/100ft², dan sampel 4 sebesar 0,66 lbs/100ft². Menurut standar API Spec 13A, batas minimum untuk *gel strength* adalah 0,48 lbs/100ft². Seluruh sampel yang diuji memenuhi persyaratan spesifikasi tersebut. *Gel Strength* yang terlalu rendah dapat menyebabkan lumpur pemboran menjadi kurang stabil saat sirkulasi berhenti. Sedangkan nilai Gel Strength yang teralalu tinggi bisa menyebabkan kerja pompa lumpur (mud pump) menjadi sangat berat untuk memulai kembali sirkulasi.

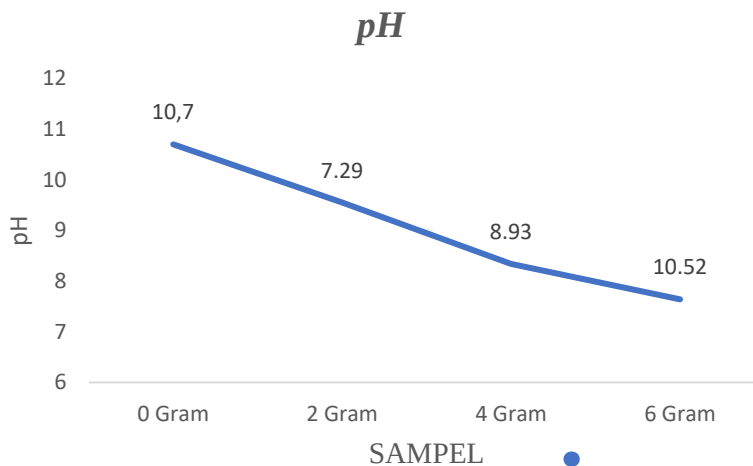
4. *pH*

Tabel 4.15 pH

Tepung Umbi Porang			
Lumpur Original	2gr	4gr	6gr
10,7	7,29	8,93	10,52

Sumber: Hasil eksperimen yang diolah oleh penulis.

Gambar 4.6 *pH* dari Tepung Umbi Porang



Sumber: Disiapkan oleh penulis berdasarkan data eksperimen laboratorium.

Berdasarkan gambar 4.6 di atas, nilai *pH* lumpur standar berada pada angka 10,7. Penambahan tepung umbi porang sebanyak 2 gram dan 4 gram menyebabkan penurunan nilai *pH* menjadi 9,55 dan 8,34. Pada konsentrasi 6 gram, nilai *pH* mengalami penurunan yang sangat drastis menjadi 7,64. Kondisi ini menunjukkan bahwa penambahan tepung umbi

porang dalam jumlah besar dapat menetralkan media lumpur. Penurunan nilai *pH* yang signifikan dapat mengurangi kinerja aditif dan menurunkan kemampuan lumpur dalam menjaga kestabilan formasi, serta dapat mengakibatkan *rheology* menjadi tidak stabil dan menimbulkan resiko operasional. Menurut standar API Spec 13B, batas minimum untuk *pH* adalah 7(bersifat asam). Seluruh sampel yang diuji masih memenuhi persyaratan spesifikasi tersebut.[17] Nilai *pH* yang terlalu rendah dapat menyebabkan korosi pada peralatan sedangkan jika terlalu tinggi (basa) dapat mengakibatkan reaksi kimia yang berlebihan seperti *degradasi polimer* dan aditif.[18]

Tabel 4.16 Hasil Pengujian Sampel 1-4

Sampel	Plastic Viscosiy	Yield point	Gel Strenght	API Filtration Loss
1	21 cps	15 lbs/100ft ²	0,52 lb/100ft ²	8,2ml/30menit
2	24 cps	35 lbs/100ft ²	0,53 lb/100ft ²	7,3ml/30menit
3	26 cps	43 lbs/100ft ²	0,60 lb/100ft ²	6,2ml/30menit
4	49 cps	80 lbs/100ft ²	0,66 lb/100ft ²	5,1ml/30menit

Sumber: Hasil eksperimen yang diolah oleh penulis.

Berdasarkan dari Hasil Perhitungan sampel 1-5 pada gambar 4.10 di atas dapat disimpulkan dimana *Plastic Viscosity(PV)*, *Yield point(YP)*, *Gel Strenght(GS)*, dan *API Filtration Loss*. Sesuai dengan standar API 13B yaitu *plastic viscosity* minimal 7cps, *yield point* maksimal 50 lbs100ft², *gel Srenght* minimal 0,48 lb/100ft² dan *API filtration loss* maksimal 15.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penambahan tepung umbi porang berpengaruh positif terhadap karakteristik lumpur pemboran berbasis air. Peningkatan konsentrasi tepung umbi porang mampu menurunkan nilai *filtration loss* secara bertahap dari 8,2 ml/30 menit menjadi 5,1 ml/30 menit melalui pembentukan *filter cake* yang lebih rapat dan memiliki permeabilitas rendah. Selain itu, penambahan tepung umbi porang juga memengaruhi sifat *rheology*, terutama pada peningkatan nilai *Yield Point* dan *Plastic Viscosity*. Rentang konsentrasi 2–4 gram memberikan keseimbangan terbaik antara kestabilan *rheology* dan kemampuan filtrasi, dengan seluruh parameter masih memenuhi standar API 13B. Penambahan 6 gram menghasilkan nilai *filtration loss* yang paling rendah, namun diiringi dengan peningkatan *Yield Point* yang melebihi batas spesifikasi API 13B.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, disarankan bagi peneliti selanjutnya untuk melakukan pengujian pengaruh tepung umbi porang pada berbagai kondisi suhu dan tekanan tinggi sesuai kondisi operasi pengeboran

aktual, serta membandingkan kinerjanya dengan lumpur pemboran berbahan sintetis. Penelitian lebih lanjut juga perlu dilakukan untuk mengembangkan variasi komposisi aditif dengan menambahkan bahan lain guna memperoleh formulasi lumpur pemboran yang lebih optimal, serta melakukan uji ketahanan terhadap kontaminasi dan uji korosi untuk memastikan keamanan operasional .

REFERENSI

- Aftab, A., Ismail, A. R., Khokhar, S., Ibupoto, Z. H., & Hossain, M. E. (2018). Effect of Nanoparticles on the Modifications of Drilling Fluids Properties: A Review of Recent Advances. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 161, 61–76.
- Al Jaber, J., Bageri, B., Otain, W., Alsaleem, A., & Adebayo, A. R. (2024). Fine-Tuning Filter Cake Sealing Performance: The Role of Particle Size in Hematite Weighted Water-Based Drilling Fluid. *ACS Omega*, 9(23), 25084–25093.
- Alkalbani, A. K., Chala, G. T., & Alkalbani, A. M. (2023). Investigasi Eksperimental Sifat Rheologi Lumpur Berbasis Air dengan Nanopartikel Silika untuk Aplikasi Sumur Dalam. *Ain Shams Engineering Journal*.
- Amanullah, M., & Yu, L. (2005). Environment-Friendly Fluid Loss Additives to Protect the Marine Environment from the Harmful Effects of Mud Additives. *Journal of Petroleum Science and Engineering*.
- Dankwa, O. K., Appau, P. O., & Tampuri, M. (2018). Evaluasi Kinerja Tepung Pati Singkong Lokal sebagai Viskosifier Sekunder dan Agen Pengendali Kehilangan Fluida pada Lumpur Pemboran Berbasis Air. *Ghana Mining Journal*, 18(2), 68–76.
- Darley, H. C. H., & Gray, G. R. (1988). *Composition and Properties of Drilling and Completion Fluids* (5th ed.). Gulf Publishing Company.
- Effendi, D., & Pramurti, A. R. (2019). Pengaruh Gas Terlarut dalam Air Injeksi terhadap Laju Korosi pada Fasilitas Permukaan di Industri Perminyakan. *Lembaran Publikasi Minyak Dan Gas Bumi*, 53(2).
- Hadi HS, N. (1990). Korosi CO₂ pada Sumur Minyak dan Gas serta Cara Pencegahannya. *Lembaran Publikasi Minyak Dan Gas Bumi*.
- Indonesia, P. A. T. P. (2021). *Perspektif Global Ilmu dan Teknologi Pangan*. PATPI.
- Institute, A. P. (2019). *API RP 13B-1: Testing Water-Based Drilling Fluids*. American Petroleum Institute.
- Institute, A. P. (2020). *Specification 13A: Drilling Fluid Materials*. American Petroleum Institute.
- Issa, M. A., Alrazzaq, A. A. A., & Mukhtar, Y. (2023). *Tinjauan Mekanisme Pencegahan, Diagnosis, dan Penanganan Pipe Sticking dalam Operasi*

Pemboran.

- Klungtvedt, K. R., & Saasen, A. (2022). The Role of Particle Size Distribution for Fluid Loss Materials on Formation of Filter-Cakes and Avoiding Formation Damage. *Journal of Energy Resources Technology*.
- Lavrentiadi, Y., & Leusheva, E. (2023). Peningkatan Ramah Lingkungan Cairan Proses yang Digunakan untuk Pemboran Sumur. *Nedropol'zovanie*.
- Liu, Y., Liu, X., & Du, M. (2024). Effects of pH on Polyacrylamide Polymers in Chemical Degradation: A Review. *Journal of Chinese Society for Corrosion and Protection*.
- Masnawati, A., Johanes, E., Magfira, & Tuwo, M. (2023). *Analisis Glukomanan Umbi Porang (Amorphophallus muelleri blume) dari Beberapa Daerah di Sulawesi Selatan*.
- Mélo, E. (2003). *Functional Properties Yam (Pachyrhizus erosus) Starch*.
- Okonkwo, S. I., & Joel, O. F. (2023). *Analisis Kesenjangan Penilaian Kinerja Fluida Pemboran Konvensional pada Lingkungan Suhu Tinggi dan Tekanan Tinggi*.
- Rante, W. A., Afifah, R. S., Kurmaselia, A. A., & El Ridlo, N. K. (2024). *Studi Lumpur Pemboran Menggunakan Cangkang Telur*.
- Rubiandini, R. (2012). *Teknik Pemboran I*. Program Studi Teknik Perminyakan, Institut Teknologi Bandung (ITB).
- Sari, Y., & Dwiwati, S. T. (2013). Korosi H₂S dan CO₂ pada Peralatan Statik di Industri Minyak dan Gas. *Jurnal Konversi Energi Dan Manufaktur*, 2(1).
- Shehab, M. N., Al Najm, F. M., & Al Kaabi, M. H. (2023). Pengaruh Parameter Operasi Pemboran terhadap Permasalahan Sirkulasi Hilang pada Sumur Migas Berdasarkan Data Lapangan. *Majalah Tikrit Untuk Ilmu Teknik*.
- Tost, B. C., Rose, K., Carney, J., Aminzadeh, F., & Suhag, A. (2020, May 4). *Deteksi Dini Kick dari Pengukuran Downhole: Sebuah Metode Novel untuk Mengurangi Frekuensi dan Besaran Kejadian Kehilangan Kontrol Sumur*.
- Vukasovich, M. S., & Sullivan, R. E. (1986). *Inhibitors and Coolant Corrosivity*.
- Wastu, A. R. R., Husla, R., Yasmaniar, G., Yulia, P. S., Samsol, S., & Ridaliani, O. (2023). Analisis Cutting pada Pemboran Horizontal Menggunakan Indeks Angkut Cutting, Rasio Angkut Cutting, dan Konsentrasi Cutting dalam Metode Annulus pada Sumur Lapangan G. *ASEAN Engineering Journal*.
- Winarno, F. G. (2004). *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama.