

SILIKA ALAM DARI LIMBAH PADATAN PENGEBORAN GEOTERMAL DI DIENG SEBAGAI SILIKA GEL MELALUI PROSES RAMAH LINGKUNGAN

by Silviana Silviana

Submission date: 11-Oct-2018 08:24AM (UTC+0700)

Submission ID: 1017715472

File name: 57._Silviana.pdf (283.85K)

Word count: 2435

Character count: 13451

**SILIKA ALAM DARI LIMBAH PADATAN PENGEBORAN GEOTERMAL DI DIENG SEBAGAI
SILIKA GEL MELALUI PROSES RAMAH LINGKUNGAN**
*NATURAL SILICA OF SOLID WASTE FROM GEOTHERMAL DRILLING IN DIENG AS SILICA GEL THROUGH
ENVIRONMENTALLY BENIGN PROCESSING*

Silviana¹, Rifaldi Maulana Hasbi¹, Christyowati Primi Sagita¹, Oky Dwi Nurhayati², Ahmad Fauzan³,
Suhartana⁴, Jati Utomo Dwi Hatmoko⁵

¹ Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

² Departemen Sistem Komputer, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

³ Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

⁴ Departemen Kimia, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

⁵ Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Email : silviana@che.undip.ac.id

ABSTRACT

Silica can be extracted from the earth as silicate form adsorbed by plants. Several plants have high content of silica, i.e. rice husk, bamboo leaf, rice straw, and bagasse sugar cane. Silica can be desorbed within brine solution from geothermal drilling in Dieng with a huge concentration. This paper investigates use of solid waste from geothermal drilling as silica gel through environmentally benign processing. In the beginning, solid waste was leached by chloric acid to release impurities. Afterward, it was extracted with sodium hydroxide releasing sodium silicate as precursor. Then, it was treated through cation exchange resin (Amberlite IR120) to remove ion Na⁺. Treated solution was neutralized by adding HCl to obtain silica gel. The gel was aged for 18 hours during gelation. Then, the gel was gently broken by adding deionized water to make slurry. The slurry was washed and filtered with deionized water. Solid of silica gel was dried at 105°C. The product was then used to adsorb moisture content in drying of red onion.

Keywords: Silica, Sodium Silicate, Geothermal, Precursor, Silica Gel

ABSTRAK

Silika ditemukan di alam sebagian besar di dalam tanah dalam bentuk asam silikat yang kemudian diserap oleh tumbuhan. Beberapa tumbuhan yang dikenal sebagai sumber silika alam antara lain sekam padi, daun bambu, jerami padi, dan tebu. Silika juga terdapat pada limbah padat hasil pemanfaatan energi panas bumi (geothermal) dengan kandungan cukup besar. Limbah padat (geothermal sludge) ini berasal dari limbah cair (brine solution) yang memadat setelah mengalami pendinginan. Kajian makalah ini berupa investigasi limbah geothermal menjadikan silika alam berpotensi sebagai *silika gel* dengan teknologi ramah lingkungan.

Pada hasil penelitian ini silika digunakan untuk pembuatan silika gel dimana pada tahap pertama dilakukan proses *strong acid leaching treatment* menggunakan asam klorida yang bertujuan untuk menghilangkan impuritas. Setelah itu silika diekstraksi dengan NaOH sehingga menghasilkan natrium silikat. Natrium silikat inilah yang sering disebut sebagai prekursor dalam pembuatan silika gel. Prekursor ini direaksikan kembali dengan HCl pada kondisi pH netral untuk mendapatkan gel silika. Sebelumnya prekursor ini melewati resin penukar ion Na Amberlite IR120 untuk menghilangkan ion Na. Gel diaging hingga 18 jam selama masa gelation. Fasa gel dikontakkan dengan air untuk membentuk slurry. Slurry dicuci dengan air dan disaring. Kemudian padatan silika gel yang tersaring dikeringkan pada suhu 105°C. *Silika gel* yang dihasilkan diterapkan sebagai penjerap *moisture content* pada proses pengeringan bawang merah.

Kata Kunci : Silika, Natrium Silikat, Geothermal, Prekursor, Silica Gel

1. PENDAHULUAN

Sumber silikon yang dipilih adalah silika amorf limbah padatan PT. Geo Dipa Energi dengan alasan kandungan silika oksida relatif tinggi. Silika amorf limbah padatan PT. Geo Dipa Energi memiliki kandungan beberapa komponen seperti tertuang dalam Tabel 1 (LIPI, 2011). Dalam proses pengolahan panas bumi menjadi energi listrik dihasilkan limbah padatan brine berupa slurry. Brine mengandung mineral besi terlarut (Fe), mangan terlarut (Mn), seng, merkuri, timbal, arsen, sianida, dan slurry mengandung mineral di antaranya arsen, barium, boron, cadmium, kromium, tembaga, timbal, air raksa, selenium, perak, seng dan silika. Adapun brine yang dihasilkan sebesar 10 ton/hari dan menghasilkan padatan kurang lebih 10%. Dari data ini menunjukkan adanya keberlangsungan berlimpah akan bahan baku untuk suatu industri kecil.

Penggunaan silika ini dapat berupa pemanfaatan silika dalam bentuk Si dalam bidang metalurgi, sintesis silikon dan industri semikonduktor. Secara teoritis, kapasitas Si sepuluh kali kali lebih tinggi anoda grafit konvensional. Si memiliki kapasitas spesifik tertinggi (3.579 mAh/g) pada potensial rendah charge/ discharge lebih besar dari 0,5 V dibandingkan dengan Li / Li⁺ (Liu et al. 2013). Penggunaan lainnya adalah adsorben senyawa organik (Perdigoto et al., 2012), nano silika untuk industri makanan, kemasan, sensor, carrier nutrien (Lee et al., 2017), campuran semen (Frias, Savastano, Villar, Sánchez De Rojas, & Santos, 2012) dan prekursor ramah lingkungan (Setyawan, Yuwana, & Balgis, 2015).

Adapun sumber silika telah banyak ditelaah seperti bersumber dari fly ash (Provis, Yong, Duxson, & van Deventer, 2009); (Cheng et al., 2016), daun bambu (K.-W. Kow, Yusoff, Aziz, & Abdullah, 2014); (K. W. Kow, Yusoff, Aziz, & Abdullah, 2014); (Frias et al., 2012), dan limbah padatan ampas tebu (Affandi, Setyawan, Winardi, Purwanto, & Balgis,

2009). Potensi bahan biomassa tersebut hanya memiliki yield sebesar 20-40% kadar silika akhir. Sehingga, dari Tabel 1 terlihat potensi keberlangsungan dari penggunaan limbah padatan pengeboran geotermal di Dieng, baik dilihat konsentrasi maupun laju produksinya.

Tabel 1. Kandungan silika amorf limbah padatan PT. Geo Dipa Energi

UNSUR	KADAR OKSIDA (%)		
	Sampel A	Sampel B	Sampel C
SiO ₂	88,45	88,29	58,91
TiO ₂	0,118	0,181	0,102
Al ₂ O ₃	1,11	0,92	1,15
Fe ₂ O ₃	0,09	0,14	0,11
MnO	0,27	0,44	0,27
MgO	0,003	0,004	0,015
CaO	0,04	0,02	0,07
K ₂ O	0,45	0,46	1,52
Na ₂ O	0,58	0,62	5,08
P ₂ O ₃	0,32	0,38	0,31
H ₂ O	3,71	3,34	20,01
H ₂ O+	4,66	4,92	6,29
LOI	8,42	8,44	32,82

Proses preparasi isolasi silika dari bahan alam telah banyak dikaji dari penelitian sebelumnya tergantung dari tujuan penggunaan produknya. Baik sebagai adsorben, precursor, campuran anoda baterai litium, silika gel, kemasan makanan. Isolasi silika dari biomass menggunakan prinsip pembakaran di furnace menghilangkan senyawa organik, acid treatment, ion exchange, dan pencucian dengan demineralized water (Affandi et al., 2009), aerogel dari sodium silikat (Koebel & Zhao, 2012). Dengan menggunakan limbah padatan dari pengeboran geotermal Dieng, maka proses yang dilakukan melewati proses sol-gel menggunakan NaOH dan HCl dengan proses aging untuk gelasinya selama 18 jam pada kondisi pH netral (Affandi et al., 2009). Proses yang sederhana ini memungkinkan untuk dapat diterapkan di masyarakat sekitar untuk memanfaatkan limbah padatan tersebut sebagai media penyerap kelembaban sehingga bahan pangan memiliki umur ekonomi yang lebih panjang.

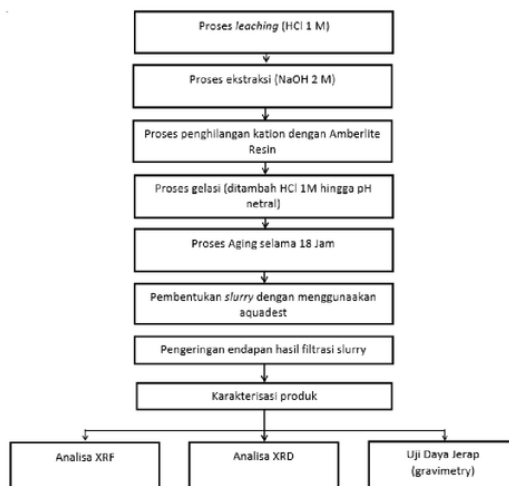
2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan dan Alat

Bahan baku berupa limbah padat diambil PT. Geodipa Dieng Jawa Tengah. Sodium hidroksida (NaOH) dengan kemurnian 98%, Asam klorida (HCl) 32%, *potassium chloride* (KCl) konsentrasi 70%, dan resin penukar ion Amberlite IR120 (Dow Chemicals, Jerman) disuplai dari PT. Brataco Semarang. Alat yang digunakan rangkaian alat ekstraksi, pompa vakum, corong buchner dan alat pengukur moisture content (Profi scale Dry PS 7400, Burg Wächter).

2.2 Prosedur

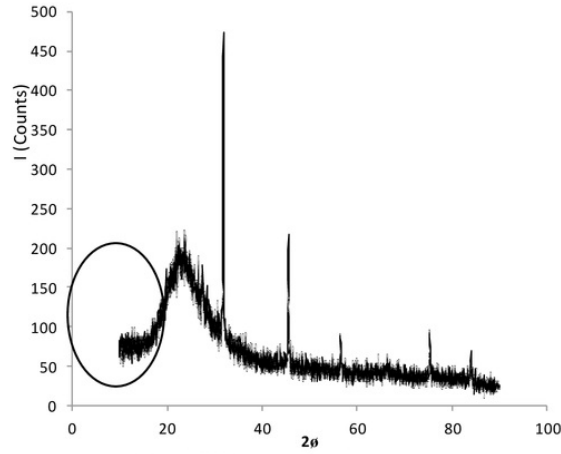
Prosedur penelitian ini mengacu penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Affandi et.al (2009) dengan memodifikasi berupa kondisi pH netral saat gelasasi dengan HCl dan lama aging selama 18 jam. Adapun secara detail dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini. Dalam karakterisasi uji jerap produk, kajian ini menggunakan bawang merah dengan kandungan air 60%. Pengamatan dilakukan di dalam desikator yang dilengkapi larutan lewat jenuh KCl untuk menjaga relative humidity sebesar 85% (Young, 1967). Ukuran desikan limbah GDE ini sebesar 100 mesh. Respon data yang diambil berupa moisture content dan perubahan massa baik dari silika gel, maupun bawang merah selama 5 hari.



Gambar 1. Diagram alir proses isolasi silika dari limbah padat geotermal

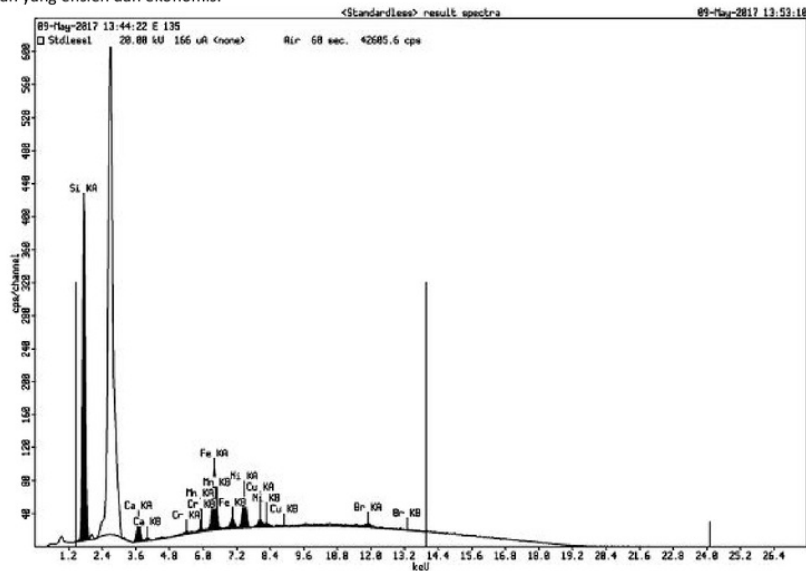
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil isolasi silika dari limbah padat geotermal menunjukkan bahwa silika alam yang telah diisolasi masih berbentuk amorf. Hal ini terlihat dari hasil analisa XRD pada Gambar 2 berikut ini dengan ditandai landainya kurva yang dibentuk pada rentang 2θ antara 20-30 degree (K. W. Kow et al., 2014).



Gambar 2. Hasil XRD isolasi silika dari limbah geotermal

Hasil analisa dari isolasi silika limbah padat geotermal menunjukkan kandungan Si yang relatif tinggi yaitu sebesar 95,6% seperti yang terlihat pada Gambar 3 berikut ini. Hal ini menunjukkan bahwa limbah padatan geotermal menjadi sumber material berpotensi untuk dikembangkan sebagai industri dengan bahan baku berkelanjutan dengan langkah yang efisien dan ekonomis.

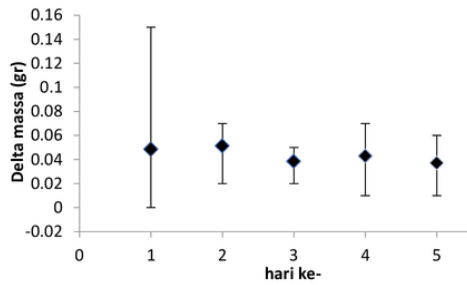


Compound	Si	Ca	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Br
Conc	95.6	1.7	0.086	0.092	1.51	0.60	0.16	0.17
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%

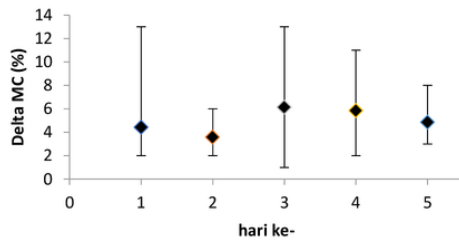
Gambar 3. Hasil XRF isolasi silika dari limbah geotermal

Dengan berdasarkan hasil analisa tersebut di atas, maka dilakukan kajian pemanfaatan sebagai media penyerap kelembaban untuk menjaga umur ekonomi dari bahan pangan. Dalam hal ini, pada kajian ini menggunakan bawang

merah. Perubahan moisture content dan massa baik silika gel dan bawang merah dapat dilihat pada Gambar 4-7 berikut ini.

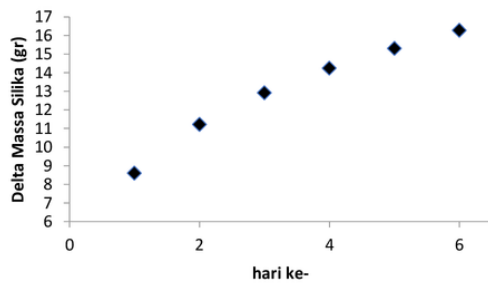


Gambar 4. Perubahan massa bawang merah (7 buah) selama penyimpanan selama 5 hari dengan kondisi relative humidity (RH) 85%

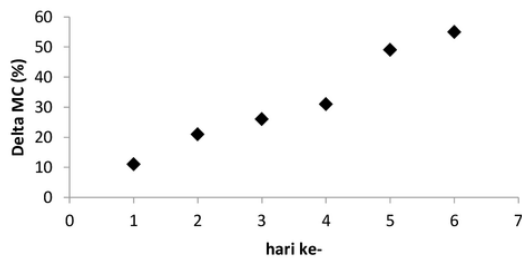


Gambar 5. Perubahan moisture content bawang merah (7 buah) selama penyimpanan selama 5 hari dengan kondisi relative humidity (RH) 85%

Terlihat bahwa selama 5 hari pengamatan, data perubahan massa dan moisture content dari bawang merah belum mencapai konstan. Penurunan massa bawang merah mencapai $0,043 \pm 0,036$ gram dan penurunan kadar air mencapai $4,97 \pm 5,23$ %. Hal ini terlihat pada Gambar 4 dan Gambar 5. Hasil ini menunjukkan bawang merah yang disimpan dengan adanya silika gel hasil isolasi ini memiliki perubahan massa dan moisture content relatif tidak berubah secara signifikan. Adapun perubahan massa dan moisture content dari silika gel yang digunakan dapat dilihat di Gambar 6-7 berikut ini.



Gambar 6. Perubahan massa silika gel selama penyimpanan bawang merah selama 5 hari dengan kondisi relative humidity (RH) 85%



Gambar 7. Perubahan moisture content silika gel selama penyimpanan bawang merah selama 5 hari dengan kondisi relative humidity (RH) 85%

Terlihat adanya kenaikan massa dan moisture content dari silika gel yang digunakan selama penyimpanan bawang merah. Hal ini menunjukkan bahwa silika gel yang dihasilkan efektif digunakan sebagai penyerap kelembaban sehingga sangat aplikatif bagi industri pangan. Lebih jauh, silika gel dari limbah padatan geotermal Dieng ini mampu bertindak sebagai desikan (dessicant) atau drying agent yang dapat menyerap lembab tanpa harus berubah wujud zatnya. Silika gel komersial telah memiliki tanda kejenuhan moisture content yang dijerap dengan adanya perubahan warna dari biru menjadi merah muda. Setelah berwarna merah muda, maka silika gel dalam kondisi jenuh moisture content dan perlu diregenerasi dengan mengeringkan pada suhu 105°C. Namun, hingga hari ke-5 silika gel yang digunakan mengeringkan bawang merah masih mengalami perubahan massa dan moisture content atau belum mengalami kejenuhan.

4. KESIMPULAN

Dari hasil isolasi silika dari limbah padatan geotermal di Dieng menunjukkan bahwa kandungan silikanya berpeluang untuk dijadikan sebagai sumber yang potensial terkait dengan keberlangsungan limbah padat geotermal Dieng. Selain itu, silika yang dihasilkan berbentuk amorf. Dan dari hasil penerapan sebagai desikan menunjukkan silika gel yang dihasilkan mampu menyerap moisture content dari bahan pangan yang terdapat dalam sistem yang dijaga relative humidity tertentu.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada Fakultas Teknik yang telah memberikan dukungan terhadap pelaksanaan kajian ini dan Advanced Material Laboratory (AMaL) di departemen Teknik Kimia UNDIP.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, S., Setyawan, H., Winardi, S., Purwanto, A., & Balgis, R. (2009), A facile method for production of high-purity silica xerogels from bagasse ash. *Advanced Powder Technology*, 20(5), 468–472. <https://doi.org/10.1016/j.apt.2009.03.008>
- Cheng, Y., Xia, M., Luo, F., Li, N., Guo, C., & Wei, C. (2016), Effect of surface modification on physical properties of silica aerogels derived from fly ash acid sludge. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 490, 200–206. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2015.11.055>
- Frías, M., Savastano, H., Villar, E., Sánchez De Rojas, M. I., & Santos, S. (2012), Characterization and properties of blended cement matrices containing activated bamboo leaf wastes. *Cement and Concrete Composites*, 34(9), 1019–1023. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2012.05.005>
- Koebel, M., & Zhao, S. (2012), Aerogels from Sodium Silicate - Towards Cost-Effective Mass Production Technologies, 1–12.
- Kow, K.-W., Yusoff, R., Aziz, A. R. A., & Abdullah, E. C. (2014), From bamboo leaf to aerogel: Preparation of water glass as a precursor. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 386, 76–84. <https://doi.org/10.1016/j.jnoncrysol.2013.11.041>
- Kow, K. W., Yusoff, R., Aziz, A. R. A., & Abdullah, E. C. (2014), Physicochemical properties of bamboo leaf aerogels synthesized via different modes of gelation. *Applied Surface Science*, 301, 161–172. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2014.02.031>
- Lee, J.-A., Kim, M.-K., Song, J. H., Jo, M.-R., Yu, J., Kim, K.-M., ... Choi, S.-J. (2017), Biokinetics of food additive silica nanoparticles and their interactions with food components. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 150, 384–392. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2016.11.001>
- Liu, N., Huo, K., McDowell, M. T., Zhao, J., & Cui, Y. (2013), Rice husks as a sustainable source of nanostructured silicon for high performance Li-ion battery anodes. *Scientific Reports*, 3, 1–7. <https://doi.org/10.1038/srep01919>
- Perdigoto, M. L. N., Martins, R. C., Rocha, N., Quina, M. J., Gando-Ferreira, L., Patrício, R., & Durães, L. (2012), Application of hydrophobic silica based aerogels and xerogels for removal of toxic organic compounds from aqueous solutions. *Journal of Colloid and Interface Science*, 380(1), 134–140. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2012.04.062>
- Provis, J. L., Yong, C. Z., Duxson, P., & van Deventer, J. S. J. (2009), Correlating mechanical and thermal properties of sodium silicate-fly ash geopolymers. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 336(1–3), 57–63. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2008.11.019>
- Setyawan, H., Yuwana, M., & Balgis, R. (2015), PEG-templated mesoporous silicas using silicate precursor and their applications in desiccant dehumidification cooling systems. *Microporous and Mesoporous Materials*, 218, 95–100. <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2015.07.009>
- Young, J. (1967), Humidity control in the laboratory using salt solutions—a review. *Journal of Applied Chemistry*, 17(9), 241–245. <https://doi.org/10.1002/jctb.5010170901>

TANYA JAWAB:

1. Tiny Agustiny

Berapa ukuran adsorben silika yang digunakan?

Jawaban :

Silika gel yang digunakan dihomogenkan pada ukuran 100 mesh.

Apakah silika yang dihasilkan dapat digunakan untuk campuran adsorben tertentu bagi air laut?

Jawaban :

Dapat diujicoba terlebih dahulu.

Apakah bisa dihasilkan silica kadar 90% dan murah

Jawaban :

Dapat

SILIKA ALAM DARI LIMBAH PADATAN PENGEBORAN GEOTERMAL DI DIENG SEBAGAI SILIKA GEL MELALUI PROSES RAMAH LINGKUNGAN

ORIGINALITY REPORT

8%

SIMILARITY INDEX

8%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

era.library.ualberta.ca

Internet Source

2%

2

www.degois.pt

Internet Source

2%

3

epubs.scu.edu.au

Internet Source

2%

4

particleandfibretoxicology.biomedcentral.com

Internet Source

2%

Exclude quotes On

Exclude matches < 40 words

Exclude bibliography On

SILIKA ALAM DARI LIMBAH PADATAN PENGEBORAN GEOTERMAL DI DIENG SEBAGAI SILIKA GEL MELALUI PROSES RAMAH LINGKUNGAN

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6
