

UJI COBA PELARUTAN DOLOMIT KARO DENGAN ASAM SULFAT MENJADI KISERIT

TATANG WAHYUDI dan BUDHY A. SUPRIYANTO

Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara
Jalan Jenderal Sudirman 623, Bandung 40211
Telp. 022 6030483, Fax. 022 6003373
e-mail: tatangw@tekmira.esdm.go.id; budhyas@tekmira.esdm.go.id

SARI

Kiserit adalah mineral magnesium sulfat yang sangat tidak stabil berkomposisi $MgSO_4 \cdot H_2O$. Di alam, pembentukan mineral ini merupakan hasil penguapan air laut yang mengandung 1,299 ppm Mg^{2+} dan 2,715 ppm SO_4^{2-} . Sebagai pupuk tanaman, mineral ini mempunyai kelarutan hara lambat dan di dalam air, ber-pH netral. Pengguna terbesar pupuk kiserit di Sumatera Utara adalah tanaman kelapa sawit dan karet. Luas lahan perkebunan tersebut masing-masing sebesar 957 ribu dan 125 ribu Ha, sehingga total kebutuhan kiserit mencapai 311 ribu ton. Selama ini kebutuhan kiserit tersebut masih diimpor dari Jerman dan Cina. Kiserit dapat dibuat dari dolomit dengan cara menambahkan sejumlah asam sulfat. Dolomit cukup banyak terdapat di Sumatera Utara terutama di daerah Karo. Cadangan teroka dolomit daerah ini mencapai 11,52 juta ton. Kualitasnya cukup memadai yang ditunjukkan oleh kadar MgO antara 20,7 - 21,4 %; unsur pengotor Fe_2O_3 dan Al_2O_3 di bawah 1,0 %; berat jenis antara 2,80 - 2,85.

Uji-coba optimal pembuatan kiserit dari dolomit Karo menghasilkan pupuk kiserit dengan kadar MgO di atas kadar MgO kiserit standar (25,0 %), yaitu antara 25,2 - 28,6 %. Pengotornya relatif kecil yang ditunjukkan oleh kadar Pb sebesar 0,002 % (di bawah kadar Pb kiserit impor, yaitu 0,003 %). Perolehan dari uji -coba cukup tinggi, yaitu 97,9 %.

Kata kunci: kiserit, dolomit, kelapa sawit, pohon karet, Karo

ABSTRACT

A highly unstable magnesium sulfate minerals or known as kieserite retains chemical formula of $MgSO_4 \cdot H_2O$. The mineral occurs due to seawater evaporation. Yet the water should contain 1.299 ppm Mg^{2+} as well as 2.715 ppm SO_4^{2-} to be evaporated as kieserite. Its performance to slowly dissolve nutrient elements and to perform neutral pH results in a good advantage for this material to be utilized as fertilizer. Oil palm and rubber tree plantations are the biggest kieserite consumers in North Sumatera. Both plantations in such an area reach to 957,000 and 125,000 Ha respectively. The total kieserite need is 311,000 tons. Up to now the kieserite need is supplied by import from both Germany and China. Kieserite can actually be made from dolomite. The later commodity is relatively abundance in North Sumatera, notably at Karo area which performs 11.52 million tons of indicated reserve. Quality of such a mineral is relatively good. The MgO content ranges from 20.7 to 21.4% while Fe_2O_3 and Al_2O_3 as impurities are less than 1.0%. Karo dolomite shows specific gravity in the range of 2.80 - 2.85.

Performance tests for dolomite-based kieserite making show the MgO content in the range of 25.2 - 28.6%. Such a figure is bigger than that of standard kieserite (25.0%). The tests also perform small Pb content (0.002%). It is lesser than that of imported kieserite. The recovery from performance test is relatively high, namely 97.9%

Keywords: kieserite, dolomite, oil palm, rubber tree, Karo

PENDAHULUAN

Dolomit adalah mineral yang memiliki ikatan rangkap senyawa karbonat terhadap kalsium dan magnesium. Mempunyai kekerasan 3,5 – 4 skala Moh’s dan berat jenis 2,85, mineral ini mempunyai formula $Ca Mg (CO_3)_2$. Mineral ini mengkristal dalam sistem trigonal-rombohedral, berwarna putih, kelabu sampai merah jambu (Gambar 1). Dolomit mempunyai sifat fisik mirip kalsit, walaupun demikian mineral ini tidak melarut secepat kalsit dalam asam klorida kecuali permukaannya digores atau digerus menjadi bubuk.



sumber: <http://www.webmineral.com/data/Dolomite.shtml>

Gambar 1. Kristal dolomit (merah jambu) menunjukkan struktur kristal rombohedral yang akan berubah menjadi struktur monoklin bila mineral ini telah diubah menjadi kiserit

Sebagai bahan galian bukan logam, mineral ini digunakan pada industri refraktori, semen khusus, fluks campuran logam, pupuk serta bahan baku penghasil magnesia. Pengolahannya menjadi pupuk mengubah mineral ini menjadi kiserit yang berkomposisi

$MgSO_4 \cdot H_2O$ dengan bentuk kristal monoklin.

Keterdapatan dolomit Indonesia tersebar di beberapa wilayah, antara lain Jawa Timur dan Sumatera Utara. Di Sumatera Utara, mineral ini terdapat di tiga lokasi (Tabel 1). Seperti endapan dolomit di tempat lain, keberadaan dolomit di daerah ini berdekatan dengan endapan batugamping. Pengamatan yang dilakukan oleh Dinas Pertambangan Sumatera Utara menunjukkan bahwa dolomit Sumatera Utara merupakan hasil dolomitisasi batugamping yang secara fisik telah mengalami pengkekar. Kekar-kekar tersebut umumnya diisi oleh kalsit. Dolomit ini bersifat masif dengan warna kekuningan sampai merah jambu dan sebagian besar telah mengalami pelapukan mekanik dan kimia yang ditunjukkan oleh terdapatnya lapisan *residual soil* sebagai tanah penutup berwarna kuning – kemerahan dengan ketebalan antara 0,25 – 0,80 meter. Pengujian di lapangan dengan HCl menunjukkan reaksi yang tidak terlalu kuat sehingga diduga kandungan MgO dalam endapan ini cukup tinggi. Dari ketiga lokasi tersebut, dolomit Kabupaten Karo berpotensi untuk dikembangkan di bagian utara Sumatera. Ketersediaannya cukup besar dan ditemukan di beberapa daerah yang termasuk ke dalam kabupaten tersebut. Penghitungan cadangan geologi oleh Dinas Pertambangan Sumatera Utara menunjukkan jumlah 100.000.000 m³, walaupun demikian masih diperlukan penelitian yang lebih rinci dan terarah untuk mengetahui jumlah cadangan secara pasti (<http://www.distam-propsu.go.id>).

Dolomit Karo umumnya telah ditambang seperti yang terdapat di Kutakepar (Gambar 2). Material ini dimanfaatkan untuk industri gelas, keramik, plastik dan refraktori; namun yang paling banyak memanfaatkannya adalah industri pertanian terutama perkebunan (pupuk) dan peternakan udang (campuran pakan). Hasil tambang dolomit di Kutakepar dijual langsung ke pengumpul tanpa diolah. Sebagai akibatnya, harga jual material ini relatif murah.

Tabel 1. Lokasi dan kualitas dolomit Sumatra Utara

Lokasi	Komposisi Kimia Dolomit
Desa Lau Buluh, Kecamatan Kuta Buluh, Kabupaten Karo	CaO = 25,75 – 34,98%, MgO = 11,90 – 21,97 %, SiO ₂ = 0,14 – 3,86%, Al ₂ O ₃ = 0,20 – 0,89%
Desa Kempawa, Kecamatan Tanahpinem, Kabupaten Dairi	CaO = 34,99%, MgO = 20,31 %, Na ₂ O = 0,05 %, K ₂ O = 0,2 %, Al ₂ O ₃ = 0,07 %,
Desa Kutakepar, Kecamatan Payung/Tigan Derket, Kabupaten Karo	MgO = 21,76 – 22,17 %

(Sumber: Balitbang Provinsi Sumut, 2004)



Gambar 2. Penambangan dolomit di Kutakepar

Penggunaan dolomit dalam industri pertanian akan mempunyai nilai tambah bila diolah terlebih dahulu menjadi pupuk kiserit. Material ini bersifat stabil, terbentuk pada suhu dan tekanan lebih tinggi dan sebagai pupuk bersifat melarutkan hara secara lambat; dan larut dalam air pada pH netral. Kegunaan pupuk kiserit sangat beragam, di antaranya untuk kelapa sawit, coklat, kelapa, teh, karet dan tebu. Kebutuhan pupuk ini diperkirakan terus meningkat secara tajam. Sebagai contoh, untuk komoditas kelapa sawit terjadi peningkatan yang sangat berarti. Pada 1997, luas kebun yang memerlukan pupuk hanya 2,4 juta hektar sedangkan pada 2005 sudah mencapai 4,1 juta hektar atau mencapai pertumbuhan 8,5% /tahun. Pada 2006, luas lahan kelapa sawit dan karet di Sumatera Utara masing-masing mencapai 957 ribu dan 125 ribu hektar. Kedua komoditas tersebut memerlukan kiserit sebanyak 311 ribu ton (<http://sumut.bps.go.id>). Impor kiserit dari berbagai negara pada 1996 telah mencapai 300.000 ton. Pada tahun-tahun mendatang, kebutuhan ini akan terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan industri pertanian dan perkebunan.

Penelitian pembuatan kiserit telah dilakukan oleh antara lain Atangsaputra (2000) dan Wahyu (2000). Peneliti pertama memanfaatkan serpentin Sukabumi sebagai bahan baku pembuatan kiserit. Serpentin yang mempunyai kandungan MgO , SiO_2 dan Fe_2O_3 masing-masing sebesar 37,65; 40,34 dan 6,72% harus dipanggang (*roasted*) untuk mengekstraksi MgO -nya. Pemanggangan (*roasting*) dilakukan pada suhu $700^{\circ}C$. Walaupun berhasil meningkatkan persentase ekstraksi sampai 90% dan kadar MgO dalam produk 25,57% serta Fe_2O_3 menjadi 0,006%; pembuatan kiserit ini tergolong mahal karena adanya proses pemanggangan yang memerlukan biaya (*cost*)

operasional cukup tinggi. Peneliti kedua menggunakan dolomit sebagai bahan baku pembuatan kiserit. Prosesnya melibatkan kalsinasi dolomit serta penambahan air laut. Kalsinasi diperlukan agar MgO dan CaO dalam bahan baku berubah menjadi $Mg(OH)_2$ dan $Ca(OH)_2$. Penambahan air laut dilakukan agar padatan $Mg(OH)_2$ dan larutan $CaCl_2$ yang kemudian dipisahkan; selanjutnya pada padatan $Mg(OH)_2$ dilakukan proses sulfatasi agar terbentuk senyawa $MgSO_4 \cdot XH_2O$. Proses ini juga tergolong mahal dan relatif kompleks pengerjaan. Proses kalsinasi dilanjutkan dengan penambahan air laut dan diakhiri dengan sulfatasi membuat biaya operasional pembuatan kiserit relatif mahal, walaupun dari proses ini diperoleh kiserit dengan kadar MgO antara 25 – 29% dan Fe_2O_3 sebesar 0,459%.

Mengacu kepada kebutuhan peningkatan nilai tambah dolomit Karo khususnya dan Sumatera Utara umumnya, Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara – Bandung pada 2008 telah membentuk tim untuk meneliti atau mengkaji dolomit tersebut sebagai bahan baku kiserit serta produk olahannya (kiserit). Pengkajian difokuskan pada uji mineralogi dan komposisi kimia dolomit, selain itu dikaji pula kinerja ekstraksi magnesium (Mg) menggunakan asam sulfat untuk memperoleh data dasar yang nantinya dapat digunakan untuk mendesain pabrik kiserit skala besar. Dibandingkan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh dua peneliti terdahulu, pembuatan kiserit berbahan dasar dolomit Karo relatif sederhana dengan biaya relatif rendah. Penelitian ini merupakan kerjasama antara Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara dengan Balitbangda Provinsi Sumatera Utara sesuai dengan nota kesepahaman oleh kedua belah pihak.

METODOLOGI

Sistematika penelitian ini meliputi preparasi bahan baku dengan *jaw crusher* dan *ring mill* untuk mendapatkan ukuran butir bahan baku -100 + 200 mesh, analisis kimia dan mineralogi bahan baku, ekstraksi dolomit halus dengan asam sulfat menggunakan kolom tegak berpengaduk dengan variabel percobaan meliputi ukuran butir bahan baku (-100 dan - 200 mesh) , waktu reaksi (30 dan 60 menit), jumlah dan konsentrasi asam sulfat (25% 9N yang volumenya divariasikan mulai dari 49 sampai 59 ml), penyaringan untuk memisahkan larutan $MgSO_4$ dari padatannya menggunakan vakum filter, penguapan larutan $MgSO_4$ sehingga diperoleh kristal kiserit ($MgSO_4$) dengan kadar MgO di atas

bangannya menggunakan *back hoe* dan diolah melalui pengecilan ukuran di Simpang Susuk (Gambar 4) sampai mencapai spesifikasi pasar lokal, yaitu spesifikasi untuk perkebunan kelapa sawit yang terdiri atas: ukuran butir lolos 100 mesh, kadar H₂O maksimum 2 %, kadar CaO dan MgO minimum masing-masing 30 dan 18%.



Gambar 4. Pengolahan dolomit di daerah Simpang Susuk. Dolomit alam hanya diolah secara fisik menjadi ukuran tertentu sesuai dengan spesifikasi pasar

Analisis Difraksi Sinar-X (XRD) terhadap dua percontoh dolomit Karo menunjukkan dolomit dan gipsum sebagai dua mineral yang terdapat dalam kedua percontoh tersebut, sedangkan pengujian bahan baku dolomit dengan SEM-EDS metode *x-ray mapping* mendeteksi adanya empat unsur penyusun dolomit tersebut yaitu kalsium (Ca), magnesium (Mg), karbon (C) dan oksigen (O). Dari Gambar 5 terlihat bahwa Ca mendominasi partikel uji dan dipastikan pada seluruh bagian foto unsur ini terkonsentrasi paling banyak. Berbeda dengan Mg, C dan O terpetakan relatif baik. Ketiga unsur tersebut paling banyak terkonsentrasi pada bagian kiri foto yang ditandai oleh konsentrasi warna merah-ungu. Kuantitas masing-masing unsur untuk area deteksi tersebut menunjukkan Ca mempunyai kuantitas 39,45%, Mg 17,42 %, C 15,92% dan O 27,21%. Data semi kuantitatif ini menunjukkan bahwa dolomit Sumatera Utara dapat memenuhi syarat untuk dijadikan kiserit. Hal yang sama ditunjukkan oleh hasil pengujian secara kimia (Tabel 2). Kadar MgO yang terdeteksi mencapai 21,4 % dengan pengotor Fe₂O₃ dan Al₂O₃ masing-masing sebesar

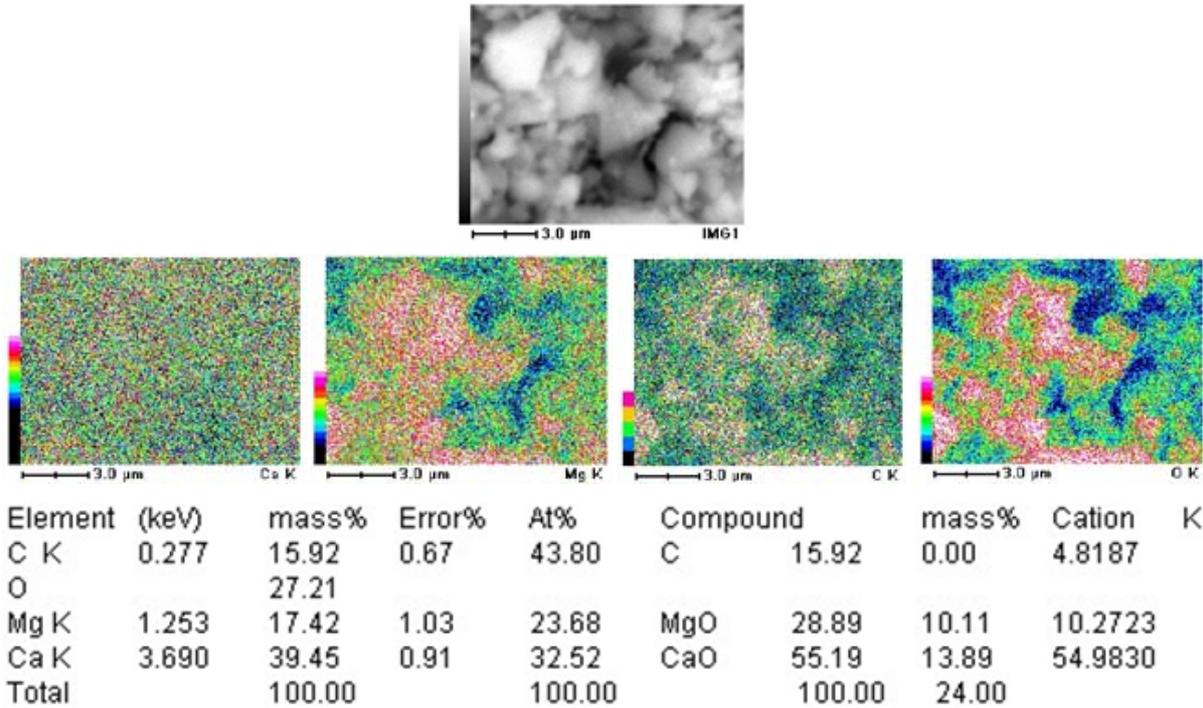
0,83 % dan 0,39 %. Fakta ini menunjukkan bahwa dolomit Karo termasuk material berkualitas tinggi.

Penyiapan Umpam Uji Coba

Dolomit dari lapangan sebagian dipisahkan dengan cara *splitting* dan *cone quartering* untuk keperluan analisis percontoh awal. Sisanya digunakan sebagai umpam uji -coba dengan terlebih dahulu dilakukan peremukan (*crushing*) sampai diperoleh fraksi berukuran antara 1- 3 mm. Dolomit yang digunakan untuk uji coba berukuran -100 + 200 mesh dan -200 mesh dengan cara menggiling umpam berukuran -20 mesh (diperoleh dengan cara menghaluskan fraksi 1- 3 mm). Sebelumnya dilakukan uji giling dengan ukuran umpam -20 mesh untuk mengetahui kondisi waktu optimum yang diperlukan untuk memperoleh fraksi ukuran -100+ 200 mesh dan -200 mesh (Tabel 3). Dalam melakukan uji giling dipakai umpam dolomit Karo berkekerasan 3,6 skala Moh's yang diambil dari 3 lokasi berbeda. Hasilnya menunjukkan bahwa 45 menit merupakan waktu ideal untuk memperoleh ukuran umpam -100+ 200 mesh seberat 1,5 kg. Waktu giling yang diperlukan akan lebih lama (110 menit) bila fraksi yang diinginkan lebih halus lagi (-200 mesh) dan umpam yang digunakan -20 mesh, sedangkan umpam berukuran -100 mesh memerlukan waktu yang lebih singkat (60 menit) untuk menjadi fraksi -200 mesh. Bila ukuran umpam uji giling diubah menjadi fraksi lebih kasar (-10 mesh); menggunakan menit yang sama dengan waktu seperti pada umpam -20 mesh hanya diperoleh fraksi berukuran -60 mesh. Diasumsikan, waktu giling yang diperlukan untuk memperoleh fraksi halus (-100 mesh dan -200 mesh) akan lebih lama lagi. Mengacu kepada fakta tersebut, penggilingan dolomit untuk umpam uji -coba dilaksanakan selama 45 menit.

Tabel. 2. Analisis kimia dolomit Karo

Senyawa yang diuji	Kuantitas (%)
CaO	30,3 – 30,6
MgO,	20,7 – 21,4
SiO ₂ ,	0,36 - 0,48
Al ₂ O ₃	0,27 - 0,39
Fe ₂ O ₃	0,55 – 0,83
TiO ₂ ,	tt
K ₂ O	0,01 – 0,12
Na ₂ O	tt
LOI,	46,0 - 46,8
H ₂ O	0,10 – 0,17



Gambar 5. Hasil analisis *x-ray mapping* pada dolomit Karo mendeteksi adanya empat unsur penyusun dolomit tersebut

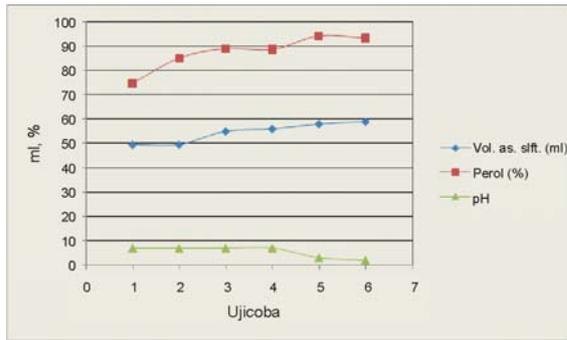
Tabel. 3. Hasil uji giling untuk menentukan waktu giling optimum ukuran butir -100 mesh.

Jenis Umpan	Berat Bola Besi (kg)	Berat Dolomit (kg)	Ukuran Butir Umpan (mesh)	Waktu Giling (menit)	Ukuran Butir Hasil Giling (mesh)	Berat (%)
Dolomit I	10,5	1,5	-20	45	-100	100
Dolomit I	10,5	1,5	-20	110	-200	100
Dolomit I	10,5	1,5	-100	60	-200	100
Dolomit II	10,5	1,5	-10	45	-60	100
Dolomit II	10,5	1,5	-20	45	-100	100
Dolomit III	10,5	1,5	-20	45	-100	100

Pelarutan Dolomit dengan Asam Sulfat

Pada Uji coba 1, parameter berat umpan dan waktu pereaksian ditentukan sebagai parameter tetap. Setiap pengujian pada uji coba ini dipakai ukuran butir dan berat umpan masing-masing sebesar -100 + 200 mesh dan 100 g, sedangkan lamanya reaksi berlangsung sampai 60 menit. Volume asam sulfat sebagai parameter berubah divariasikan dan variasi ini menurunkan besaran pH yang tadinya netral (7) menjadi 3 dan 2. Gambar 6 memperlihatkan hasil uji coba pelarutan dolomit dengan asam sulfat. Sampai Uji 4 terlihat bahwa pH pelindian masih netral dan berubah drastis pada Uji 5 dan 6. Sifat dolomit yang basa menjadi penyebab mengapa pada

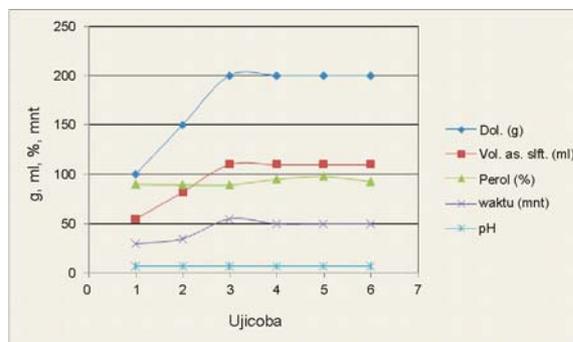
Uji 1 sampai dengan 4 pH pelindian masih bersifat netral. Ketika volume asam sulfat ditingkatkan, terjadi penurunan pH. Dari gambar terlihat bahwa persentase perolehan kiserit meningkat seiring dengan bertambahnya volume asam sulfat yang digunakan. Perolehan kiserit tertinggi (94,1%) didapat pada volume asam sulfat 58 ml yang berarti hampir semua unsur Mg dalam dolomit terekstraksi. Kondisi ini menetapkan bahwa volume 58 ml adalah kondisi optimum untuk melindi dolomit pada Uji coba 1. Mengingat hasil Uji 5 yang menunjukkan persentase perolehan tertinggi mempunyai efek samping terhadap tanaman, maka kondisi ideal untuk uji coba dengan ukuran butir umpan -100 + 200 mesh dan berat 100 g menggunakan volume asam sulfat 55



Gambar 6. Uji *performance* 1 (6 uji coba) yang dilakukan menggunakan umpan ukuran -100+200 mesh seberat 100 g

ml walaupun Uji coba 2 menggunakan dolomit berukuran -200 mesh. Dari 6 pengujian yang dilakukan, 3 pengujian (Uji 1 – 3) merupakan pengujian dan berat 100 g menggunakan volume asam sulfat 55 ml walaupun Uji coba 2 menggunakan dolomit berukuran -200 mesh. Dari 6 pengujian yang dilakukan, 3 pengujian (Uji 1 – 3) merupakan pengujian untuk mengetahui kondisi optimum. Berbeda dengan Uji coba 1 yang menetapkan 60 menit sebagai waktu bagi semua pelindian, pada Uji coba 2 waktu pelindian divariasikan dari 30, 35 dan 55 menit.

Lebih singkatnya waktu yang digunakan untuk mengetahui apakah dengan waktu yang relatif pendek dapat dicapai perolehan kiserit yang lebih besar atau tidak. Hasil menunjukkan bahwa perolehan tertinggi dicapai oleh berat umpan dolomit 100 g yang dilindi selama 30 menit (Uji 1, Gambar 7). Angka perolehan selanjutnya menurun sampai 89,4%. Penurunan ini mungkin disebabkan banyaknya larutan magnesium



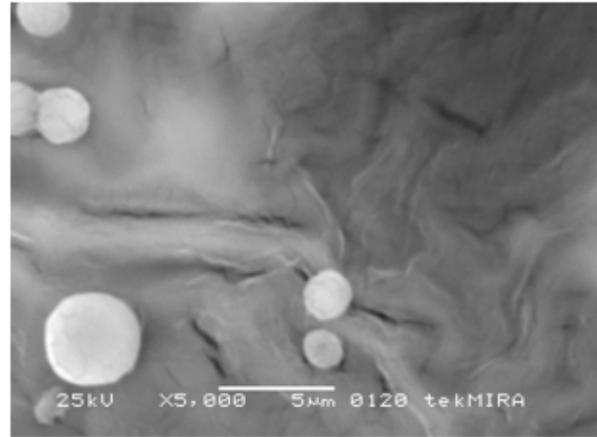
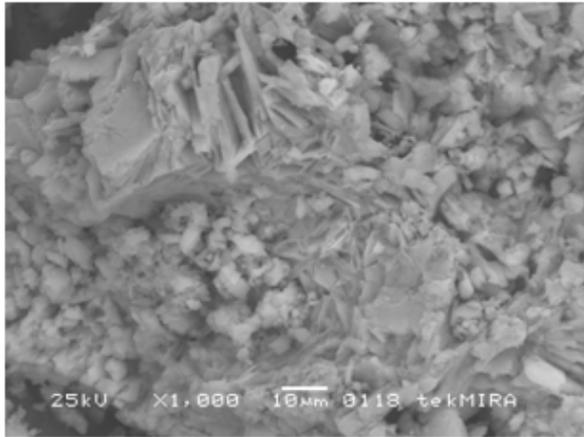
Gambar 7. Uji *performance* 2 (6 uji coba) yang dilakukan menggunakan umpan ukuran -200 mesh

sulfat ($MgSO_4$) yang masih menempel pada produk samping (gypsum) basah sehingga untuk meningkatkan perolehan, pada Uji 4 - 6 digunakan filtrat cucian gypsum. Pencucian material tersebut dengan air suling akan membuat $MgSO_4$ pada gypsum terbawa air cucian dan air cucian mengandung Mg^{2+} ini, dimasukkan kembali ke dalam sistem pelindian (*re-used*) akan meningkatkan perolehan magnesium seperti yang terjadi pada Uji 4, 5 dan 6.

Hasil uji pelarutan dolomit dengan asam sulfat menghasilkan kiserit dan gypsum. Produk pertama merupakan mineral magnesium sulfat berkomposisi $MgSO_4 \cdot H_2O$. Magnesium (Mg) dalam kiserit mudah larut dalam kondisi semua pH sehingga mineral ini dinamakan pupuk cepat-reaksi (*fast-acting fertilizer*) ketika unsur Mg dibutuhkan untuk penyubur tanah (<http://www.jhbunn.co.uk/index.php/products/fertilisers/straights/74-kieserite>). Gypsum atau $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ merupakan produk samping. Mineral ini juga dapat digunakan sebagai pupuk dan pembenah tanah. Pada akhir abad IX, gypsum Nova Scotia atau dikenal dengan nama *plaster* merupakan bahan pupuk yang sangat dicari untuk ladang gandum di Amerika selain itu material ini digunakan juga untuk memperbaiki tanah yang bersifat basa (<http://en.wikipedia.org/wiki/Gypsum>). Selain sebagai pupuk, masih banyak kegunaan gypsum antar lain papan gypsum, bahan plester, semen *Portland* dan lain-lain.

Berdasarkan proses pembuatannya, kiserit yang dihasilkan dari pelarutan dolomit dengan asam sulfat dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu produk yang diperoleh melalui evaporasi (pendinginan lambat) dan pendinginan cepat (*rapid cooling*). Tampilan fisik kiserit evaporasi relatif lebih kasar dibandingkan dengan yang kedua (Gambar 8) dan kondisi ini mirip dengan kiserit hasil pembentukan alam. Tergantung peruntukkannya, kedua jenis kiserit dapat digunakan untuk pupuk. Kiserit hasil evaporasi yang berbutir kasar biasa digunakan untuk tanaman yang ditanam di tanah baik jenis tanaman keras (kelapa sawit, kopi, teh dan lain-lain) maupun lunak (padi, sayur mayur); sedangkan kiserit hasil pendinginan cepat yang berpenampilan halus biasanya digunakan pada tanaman hidroponik. Sifatnya yang halus menyebabkan material ini lebih cepat larut dalam air.

Pengujian SEM-EDS metode *x-ray mapping* pada produk ini mendeteksi adanya magnesium dan belerang (S) sebagai dua unsur penyusun kiserit; selain itu terdeteksi juga adanya tembaga (Cu), niodinium (Nd) dan talium (Tl). Nd dan Cu bertindak sebagai *noise* (unsur *trace*), yang keberadaannya



Element	(keV)	mass%	Error%	At%	Comp.	mass%	Cation	K
O		40.97						
Mg K	1.253	9.77	0.82	33.55	MgO	16.21	3.77	5.6355
S K	2.307	20.13	0.78	52.41	SO3	50.27	5.89	28.5139
Cu K	8.040	7.30	2.09	9.59	CuO	9.14	1.08	9.2632
Nd L								
Ti M	2.267	21.82	1.31	4.46	Ti2O3	24.38	1.00	28.9177
Total		100.00		100.00		100.00	11.73	

(a)

Element	(keV)	mass%	Error%	At%	Comp.	mass%	Cation	K
O		42.32						
Mg K	1.253	15.36	0.81	48.20	MgO	25.46	5.73	11.3127
S K	2.307	19.66	0.87	46.79	SO3	49.09	5.56	30.9689
Ca K	3.690	0.45	0.92	0.86	CaO	0.63	0.10	0.6092
Ti M	2.267	22.21	1.46	4.15	Ti2O3	24.81	0.99	32.7437
Total		100.00		100.00		100.00	12.38	

(b)

Gambar 8. Tampilan kiserit evaporasi (a) dan hasil pendinginan cepat (b) berikut jenis dan kuantitas unsur-unsur yang terdeteksi pada partikel tersebut

dapat diabaikan. Pada kiserit hasil pendinginan lambat, selain Mg dan S masih terdeteksi adanya unsur Ca. Ca diduga berasal dari dolomit sebagai bahan asal kiserit. Pada produk ini terdeteksi pula adanya unsur Ti. Mengingat pada pengujian bahan baku dengan metode *x-ray mapping* tidak terdeteksi adanya talium maka ada dua asumsi mengenai munculnya unsur tersebut; kemungkinan pertama adalah Ti muncul pada saat dolomit diolah menjadi kiserit dan yang kedua adalah unsur tersebut memang terdapat pada bahan baku dolomit, hanya pada saat deteksi dengan SEM-EDS, area yang dideteksi kebetulan tidak pada partikel yang mengandung Ti.

Walaupun ada data angka pada hasil pengujian SEM-EDS, hasil pengujian ini bersifat kualitatif. Kuantitas MgO pada hasil uji kiserit (16,21%, Gambar 8) tidak mewakili persentase kiserit secara keseluruhan, melainkan hanya untuk partikel yang dideteksi saja. Di sekeliling partikel uji terdapat 'ribuan' partikel kiserit lain yang kemungkinannya mempunyai kuantitas MgO lebih besar atau lebih kecil dari kuantitas MgO partikel uji; untuk mengetahui berapa besar kandungan MgO dalam produk kiserit dapat diketahui dari pengujian kimia seperti terlihat pada Tabel 4. Kuantitas MgO dan CaO yang tercantum hanya berlaku untuk partikel yang dideteksi saja. Hal yang sama berlaku untuk kandungan MgO pada dolomit yang diuji SEM-EDS pada Gambar 5. Kadar

MgO yang diuji dengan metode kimia basah pada produk Kiserit I (hasil evaporasi) dan II (hasil pendinginan lambat) masing-masing adalah 25,20 dan 28,60%, sedangkan kadar MgO pada dolomit adalah 21,05 (Tabel 2). Secara teoritis, dolomit dapat mengandung MgO maksimum sampai 21% dan MgO pada kiserit dapat mencapai di atas 21%.

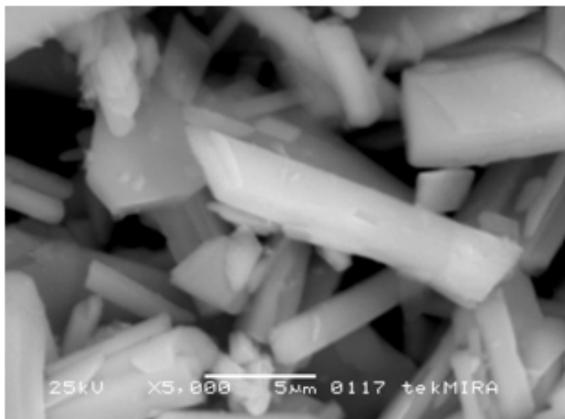
Spesifikasi pasar untuk kiserit menentukan kandungan magnesium oksida (MgO) sebesar 25% sedangkan pengotor yang terdapat di dalamnya dalam bentuk besi oksida (Fe_2O_3) harus (maksimum) 0,073 %, sedangkan timbal (Pb) dalam kiserit harus berada pada rentang 0,003 – 0,007 %. Dari pengujian kimia terhadap produk kiserit buatan baik yang terbentuk secara *rapid cooling* (Kiserit I) maupun evaporasi (Kiserit II) terdeteksi kadar MgO yang cukup memenuhi spesifikasi kiserit di pasaran yaitu 25,2 dan 28,6 % (Tabel 4). Pengotor sebagai material yang tidak dikehendaki juga sangat kecil. Kadar Fe_2O_3 pada Kiserit I adalah 0,073 % dan pada Kiserit II 0,037%. Pengotor Fe_2O_3 dalam Kiserit II melampaui spesifikasi pasar yang ditentukan, walaupun demikian kondisi ini masih dalam batas wajar mengingat toleransi tiap jenis tanaman terhadap Fe_2O_3 yang terkandung dalam pupuk kiserit berbeda-beda; ada tanaman yang menginginkan kadar besi oksida rendah dan ada pula yang masih toleran terhadap Fe_2O_3 pada kadar tertentu. Timbal (Pb)

Tabel 4. Analisis kimia kiserit hasil uji coba

Produk	MgO (%)	CaO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	SO ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (%)	SiO ₂ (%)	Pb (%)
Kiserit I	25,2	0,29	0,31	53,7	0,073	0,19	0,007	—	0,002
Kiserit II	28,6	0,11	0,17	40,1	0,037	0,66	0,009	—	tt

dalam Kiserit I hanya 0,002 % di bawah kadar Pb kiserit impor, yaitu antara 0,003 – 0,007 % sedangkan pada Kiserit II tidak terdeteksi.

Gypsum sebagai produk samping menunjukkan kristal-kristal yang menjarum (*acicular*), memisau (*bladed*), dan prismatic (Gambar 9). Seperti kiserit, hasil EDS metode *x-ray mapping* juga menunjukkan adanya unsur talium pada partikel gypsum yang kehadirannya layak untuk dipertanyakan mengingat pada bahan baku, unsur ini tidak terdeteksi. Kuantitas unsur ini pada gypsum memang lebih kecil ($\pm 19\%$) dibandingkan dengan kuantitas unsur yang sama pada kedua kiserit buatan ($\pm 22\%$). Kemungkinannya adalah unsur ini hadir pada saat pemrosesan dolomit menjadi kiserit dan gypsum.



Gambar 9. Tampilan produk samping gypsum dengan jumlah dan kuantitas unsur yang dikandungnya

Pengujian komposisi kimia pada produk samping (gypsum) yang belum dicuci menunjukkan kadar CaO 24,6% dan gypsum yang sudah dicuci 29,3 % (Tabel 5). Istilah gypsum asal mengacu kepada produk samping hasil pembuatan kiserit yang langsung dianalisis tanpa dilakukan pencucian terlebih dahulu. Magnesium oksida pada gypsum yang tidak dicuci sedikit lebih tinggi yaitu sebesar 5,40% dan turun menjadi 2,07% setelah dicuci. Kadar MgO sebesar

2,07 % menandakan bahwa gypsum terdusi tersebut telah memenuhi syarat sebagai bahan imbuhan industri semen. Dalam hal ini, industri semen mensyaratkan kadar MgO di dalam gypsum di bawah 3,0 %.

KESIMPULAN DAN SARAN

Ditinjau dari analisis mineralogi, uji pelarutan dolomit dengan asam sulfat pada Percobaan 1 dan 2 telah menghasilkan kiserit dengan struktur monoklin. Pada kiserit hasil pendinginan cepat struktur monoklin tersebut memang tidak terlihat (perbesaran 5,000 X) namun pada perbesaran lebih tinggi (10,000 X lebih) struktur monoklin tersebut terlihat jelas. Gypsum sebagai produk samping menunjukkan struktur kristal menjarum.

Cadangan dolomit Karo mencapai 11,52 juta ton dengan kadar MgO antara 20,7 – 21,4 %. Hasil uji - pembuatan kiserit dari dolomit Karo telah memenuhi spesifikasi kiserit yang ada di pasaran. Kadar MgO dalam kiserit yang diperoleh berkisar antara 25,2 – 28,6 % yang berarti sedikit di atas kadar yang ditetapkan oleh pasar (25,0 %). Hal yang sama berlaku untuk timbal (Pb) sebagai pengotor. Persyaratan yang diinginkan pasar untuk pengotor ini adalah 0,003% (maksimum), sedangkan Pb hasil uji pelarutan dolomit menunjukkan kadar 0,002 %. Perolehan (*recovery*) kiserit tertinggi yang dicapai oleh uji pelarutan dolomit dengan asam sulfat pada Percobaan 1 dan 2 masing-masing adalah 94,1 dan 97,9 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Atangsaputra, Komarudin. 2000. Pembuatan kiserit dari serpentin, Sukabumi Selatan. *Laporan Teknik Pengolahan*, No. 197. Puslitbang Teknologi Mineral, Bandung.
- Agung, B., 2000. Pemanfaatan *pilot plant* dolomit untuk pembuatan pupuk kiserit Gresik, Jawa Timur. *Laporan Teknik Pengolahan*, No. 201. Puslitbang Teknologi Mineral, Bandung.

- Agung, B. dan Wahyudi, T., 2008. Karakteristik dan pemanfaatan terak feronikel untuk pupuk kiserit. *Jurnal Bahan Galian Industri*, v. 12 n. 33 h. 22-32. Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung.
- Balitbang Provinsi Sumatra Utara. 2004. *Analisis Kebutuhan dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam sebagai Bahan Baku Sektor Industri di Provinsi Sumut*. Lembaga P3M Institut Teknologi Medan, Medan.
- Bemmelen, R.W. van. 1949. *The Geology of Indonesia*, The Hague: Govt. Printing Office. 2 volumes.
- <http://sumut.bps.go.id> diunduh pada 3 Agustus 2009, jam 8.00.
- <http://www.webmineral.com/data/dolomite.shtml> diunduh pada 3 Agustus 2009, jam 10.00.
- <http://www.distam-propsu.go.id> diunduh pada 3 Agustus 2009 jam 13.00
- <http://www.jhbunn.co.uk/index.php/products/fertilisers/straights/74-kieserite> diunduh pada 10 September 2009, jam 9.00.
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Gypsum> diunduh pada 10 september 2009, jam 11.
- Wahyu, Iman Santoso, 2000. *Studi Pemanfaatan Mineral Dolomit Sebagai Bahan baku Pupuk Kiserit*. Laporan Penelitian. Tidak dipublikasikan. Institut Teknologi Bandung.