

PENGEMBANGAN TEKNIK BIOLEACHING : PERTUMBUHAN ISOLAT BAKTERI DESULFURISASI DARI TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN PADA BEBERAPA UKURAN PARTIKEL (MESH) BATUBARA

Sri Pertiwi Estuningsih
Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya

ABSTRAK

Penelitian tentang " Pengembangan teknik Bioleaching : Pertumbuhan isolat bakteri desulfurisasi, dari Tanjung Enim Sumatera Selatan pada berbagai ukuran partikel (mesh) batubara " telah dilakukan . Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap(RAL) dengan perlakuan ukuran partikel batubara dengan 4 taraf (50,100,150,200 mesh). Semua perlakuan diulang masing-masing- 3 (tiga) kali.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran partikel batubara berpengaruh nyata pada jumlah sel/m dan laju pertumbuhan., Perlakuan yang ter baik diperoleh pada ukuran batubara 100 mesh dengan jumlah sel $5,59 \times 10^9$ dan laju pertumbuhan $0,058 \ln$ sel/jam.

PENDAHULUAN

Latar belakang

Batubara merupakan bahan hasil tambang yang permintaannya meningkat akhir-akhir ini. Jumlah permintaannya meningkat tajam seiring dengan peningkatan usaha pemanfaatannya sebagai sumber energi alternatif serta pemenuhan kebutuhan industri.

Batubara dianggap sangat potensial karena memiliki beberapa aspek positif yang menguntungkan dibandingkan dengan energi

nuklir, angin, air, minyak dan lain sebagainya. Salah satu keuntungan bahwa Indonesia memiliki cadangan batubara cukup besar dengan jumlah diperkirakan mencapai 36 milyar ton. Cadangan itu tersebar terutama di Kalimantan dan Sumatera termasuk Sumatera Selatan (Isamil,1995).

Batubara merupakan bahan bakar fosil yang mengandung berbagai persenyawaan karbon, nitrogen dan sulfur dan komponen anorganik seperti mineral. Batubara ini apabila dibakar secara besar-besaran dapat meningkatkan kandungan karbondioksida,

karbon monoksida, belerang dioksida, dan oksida-oksida lain, sebesar 0,2 sampai 0,5 % tiap tahunnya, yang kemudian akan menjadi ancaman lingkungan dikemudian hari. (Brannan, 1996).

Dalam pembakaran batubara, sulfur yang ada di dalam batubara akan teroksidasi menjadi SO_2 dan SO_3 . Bila oksidasi ini bereaksi dengan uap air akan terbentuk asam sulfat yang menimbulkan terjadinya hujan asam (acidrain), yang akan membahayakan kehidupan dan menimbulkan korosi logam dan kerusakan bangunan (Nandar, 1984).

Dalam menanggapi masalah tersebut, maka diperlukan berbagai alternatif pemecahan masalah untuk mengurangi kadar sulfur dalam batubara, sehingga dapat diwujudkan batubara yang bersih dan ramah terhadap lingkungan.

Berbagai cara telah dilakukan baik secara fisik dan kimiawi dalam proses desulfurisasi batubara, namun biayanya relatif mahal dan menimbulkan dampak yang negatif terhadap lingkungan. Ada satu metoda desulfurisasi yang bisa dipertimbangkan yaitu metode *Bioleaching*. Metode ini memanfaatkan kemampuan mikroorganisme untuk proses

pengurangan sulfur dalam batubara. Keuntungan metoda ini adalah selektivitasnya yang sangat tinggi, karena bakteri tidak akan menyerang rantai karbon dalam batubara yang dapat menurunkan nilai kalor dalam batubara. Selain itu biaya yang dibutuhkan relatif rendah dibandingkan dengan metode lain.

Hasil penelitian Estuningsih dkk (2000) bahwa isolat bakteri yang diperoleh dari area pertambangan batubara Tanjung Enim Sumatera Selatan, mampu mengurangi kadar sulfur dalam batubara sampai 74,8 %.

Perumusan Masalah

Batubara yang mengandung sulfur dan komponen pengotor lainnya dapat menimbulkan dampak negatif saat dimanfaatkan dalam pembakaran, sehingga perlu dilakukan proses desulfurisasi dan pengurangan kadar abu pada batubara. Dalam penelitian ini digunakan proses *Bioleaching*. Salah satu faktor yang mempengaruhi teknik *bioleaching* ini adalah ukuran partikel dari batubara yang akan diproses. Karena besar kecilnya partikel akan berpengaruh pada luas permukaan partikel, viskositas larutan, daya

larut, adsorpsi yang kesemuanya sangat berpengaruh pada pertumbuhan bakteri desulfurisasi. sehingga penelitian ini mengkaji bagaimana pengaruh beberapa ukuran partikel (mesh) batubara yang dicobakan terhadap pertumbuhan isolat bakteri desulfurisasi, batubara dari Tanung Enim Sumatera Selatan.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah

Mengetahui pengaruh ukuran partikel batubara terhadap pertumbuhan isolat bakteri desulfurisasi dari Tanjung Enim Sumatera selatan.

Hipotesis

Semakin kecil ukuran batubara sampai pada batas tertentu akan meningkatkan pertumbuhan bakteri desulfurisasi.

Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat untuk mengembangkan metode bioleaching sehingga dapat digunakan sebagai model pembuatan bioreaktor untuk desulfurisasi batubara. Selanjutnya dapat dikembangkan dalam skala industri untuk memperbaiki

kualitas batubara khususnya batubara dari Sumatera Selatan.

METODE PENELITIAN

Bahan Alat

Bahan alat yang digunakan adalah medium 9 K, isolat bakteri desulfurisasi yang diisolasi dari area pertambangan Tanjung Enim, sampel batubara dari Tambang batubara Tanjung Enim Sumatera Selatan kertas saring, kertas alumunium.

Alat yang digunakan : Erlemeyer berbagai ukuran, gelas ukur berbagai ukuran, milipore filter, Spektronik 20 D, furnice

Cara Kerja

Pembuatan Starter

Isolat bakteri desulfurisasi yang berada dalam fase eksponensial (kurang lebih berumur 4 hari setelah inkubasi), sebanyak 15% dimasukkan dalam larutan 9K (larutan 1). Dalam campuran tersebut, ditambahkan batubara sebanyak 10 % dengan ukuran partikel sesuai dengan perlakuan (disebut larutan 2). Larutan 2, kemudian dishaker dengan kecepatan 120 rpm, diinkubasi sampai 3 (tiga) hari, untuk mencapai fase

logaritmik dari kultur bakteri tersebut (didalam 1 ml terdapat 10^6 sel.

Larutan , siap digunakan sebagai starter

Inokulasi Larutan Starter Kedalam Kultur Perlakuan

Larutan starter sebanyak 15 %dicampur dengan media 9 K,ditambahkan batubara sebanyak 10 % dengan ukuran mesh sesuai dengan perlakuan .Larutan kemudian dishaker dengan kecepatan 120 rpm, dinkubasi selama 12 (dua belas) hari. Setiap 3 (tiga) hari sekali dilakukan penghitungan bakteri dengan spektrometri 20 D, sampai hari kesembilan.

Pembuatan Kurva Pertumbuhan (Kurva Standart)

Diamati jumlah sel bakteri dengan metode turbidimetri setiap 12 jam selama 96 jam untuk mengetahui kurva pertumbuhannya

Cara Kerja Persiapan Kurva Standart

Dibuat larutan balngko(medium steril tanpa biakan). Selanjutnya dilakukan pengenceran medium yang berisi biakan isolat bakteri desulfurisasi sebanyak 10^{-1} sampai 10^{-6} (serta larutan tanpa

pengenceran) yang telah diketahui jumlah bakterinya dengan metoda hitungan cawan. Ditentukan panjang gelombang dari larutan standart dengan absorban maksimum

Disiapkan 8 (delapan) buah kuvet yang bersih masing-masing diisi dengan larutan hasil pengenceran, larutan tanpa pengenceran dan larutan blanko masing-masing sebanyak 5 ml Ditentukan absorban masing-masing larutan tersebut (setelah dikalibrasi dengan larutan standart) kemudian dihitung jumlah populasi bakteri sampel yang telah diberi perlakuan berdasarkan kurva standart yang telah dibuat.

Metode Penelitian

Rancangan Percobaan

Percobaan ini bersifat komparasi, dengan membandingkan hasil dari masing variasi perlakuan yang dicobakan.

Rancangan percobaan yang akan digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Adapun perlakuan yang dicobakan adalah sebagai berikut :

- U1 = ukuran partikel batubara 50 mesh
- U2 = ukuran partikel batubara 100 mesh
- U3 = ukuran partikel batubara 150 mesh
- U 5 = ukuran partikel batubara 200 mesh

Masing-masing perlakuan diulang 3 (tiga kali)

Variabel Pengamatan dan Analisis Data

Variabel pengamatan adalah jumlah sel bakteri dan laju pertumbuhan (dihitung menurut Judoamidjoyo, 1992) pada setiap perlakuan yang diukur tiap 3 (tiga) hari sekali selama pengamatan yaitu 9 (sembilan) hari masa inkubasi. Data yang diperoleh kemudian akan disajikan dalam bentuk tabel dan diagram..

Data laju pertumbuhan disajikan dalam bentuk diagram sedang jumlah sel dianalisis secara statistik dengan Analisa Sidik Ragam (ANAVA) apabila hasilnya signifikan akan

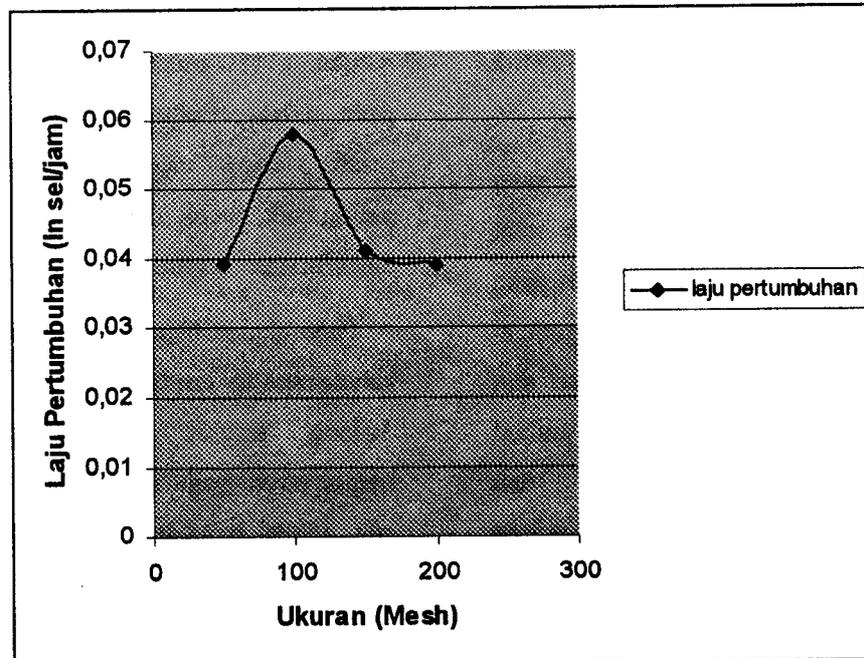
dilanjutkan dengan uji lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil) pada alfa 0,05.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan kurva standart yang dibuat, diperoleh rata-rata jumlah sel dan laju pertumbuhan pada tiap perlakuan yang dicobakan, dan diamati pada hari ke sembilan menunjukkan kecendrungan yang berbeda untuk lebih lengkapnya disajikan dalam tabel di bawah ini

Tabel 1. Pengaruh besarnya partikel batubara terhadap rata-rata jumlah sel pada waktu inkubasi 9 (sembilan) hari

Perlakuan	Jumlah sel/ml
50 mesh	21,2 X 10 ⁹ a
100 mesh	22,6 X 10 ⁹ a
150 mesh	39,2 X 10 ⁹ b
200 mesh	55,9 X 10 ⁹ b



Gambar 1. Grafik Laju Pertumbuhan rata-rata sel bakteri pada tiap perlakuan (ln sel/jam)

Dari hasil analisis statistik pada jumlah rata-rata sel isolat bakteri pada masing-masing ukuran partikel batubara yang diinkubasi selama 9 hari diperoleh hasil bahwa F hitung (10,37) lebih besar dari F tabel (3,09) pada 0,05

Dari hasil yang diperoleh berarti bahwa ukuran partikel batubara berpengaruh pada jumlah sel isolat bakteri yang dikulturkan, Hal ini diduga karena ukuran partikel (mesh) berhubungan erat dengan berbagai kondisi

fisik maupun kondisi kimia yang dibutuhkan oleh bakteri. Ukuran partikel akan berpengaruh pada luas permukaan, tenaga muka, cepat larut, adsorpsi, daya larut, dan Viskositas. Lebih lanjut Yohanes (1985) menjelaskan bahwa ukuran partikel suatu zat mempengaruhi luas permukaan zat tersebut.

Besarnya luas permukaan menentukan area kontak bakteri dengan batubara. Batubara disini dimanfaatkan oleh bakteri sebagai sumber energi dan karbon yang akan

digunakan untuk proses metabolisme dimana hasil metabolisme dipergunakan untuk pertumbuhan dari bakteri tersebut.

Thiobacillus ferrooxidans yang merupakan bakteri yang dominan pada isolat bakteri desulfurisasi, merupakan bakteri yang bersifat aerobik, sehingga untuk keperluan metabolismenya membutuhkan oksigen dan Carbondioksida. Ukuran partikel mempengaruhi suplai oksigen dan carbondioksida ini. Jadi semakin kecil ukuran partikel sampai pada batas tertentu maka kontak dengan O_2 dan CO_2 semakin meningkat. Sebaliknya ukuran partikel batubara semakin besar udara yang masuk akan semakin sedikit dan akan menghambat respirasi bakteri. Respirasi terhambat pertumbuhan terhambat pula. Pelscar,(1995) menyatakan bahwa bakteri aerob membutuhkan oksigen untuk pertumbuhannya..

Dari hasil uji lanjut BNT (Beda Nyata terkecil) terdapat kecenderungan bahwa ukuran partikel 100 mesh dan 150 mesh merupakan perlakuan yang baik dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Laju pertumbuhan pada ukuran 100 mesh

0,058 ln sel/jam, sedang pada ukuran batubara 150 mesh, 0,041 ln sel/jam. Jadi pada perlakuan ukuran partikel 100 dan 150 mesh mampu menciptakan kondisi yang paling baik, cocok untuk pertumbuhan bakteri desulfurisasi tersebut.

Pada ukuran batu baru 100 dan 150 mesh, kehomogenan larutan batubara paling baik. Sedang tingkat kehomogenan larutan berpengaruh pada distribusi senyawa yang ada dalam batubara yang digunakan oleh bakteri untuk pertumbuhannya.

Pada ukuran batubara 100 mesh dan 150 mesh mampu menghasilkan tingkat kelarutan senyawa didalam pada batubara, yang paling baik. Apabila tingkat kelarutannya baik, maka senyawa yang dapat digunakan untuk proses metabolisme lebih banyak, pertumbuhan bakteri juga akan lebih baik. Yohane(1985) menjelaskan bahwa besar kecilnya partikel mempengaruhi tingkat kelarutan partikel tersebut dalam suatu pelarut.

Pada perlakuan ukuran partikel batubara 50 mesh menghasilkan jumlah sel yang masih rendah yaitu $21,2 \times 10^9$ dengan laju pertumbuhan 0,039 ln sel/jam. Diduga

bahwa pada perlakuan ini luas partikel yang disediakan sebagai area kontak antara batu bara dan bakteri terlalu kecil. Yohanes (1985) menjelaskan bahwa peningkatan mesh partikel akan mengakibatkan semakin kecilnya ukuran butir partikel tersebut, sehingga luas permukaan semakin besar. Misalnya bola dengan jari-jari 1 meter, maka luas muka = $12,57 \text{ m}^2$ apabila diameter diperkecil menjadi 10^{-8} m , maka luas permukaannya menjadi $12,57 \times 10^6$ (100 juta kali lebih besar), hal sebaliknya akan terjadi bila diameter partikel diperbesar maka luas permukaan akan menjadi 100 juta lebih kecil.

Terlalu besarnya partikel juga akan mengurangi cepat larut atau daya larut dari partikel batubara tersebut. Sehingga segala keperluan bakteri yang ada pada batubara kurang bisa dimanfaatkan untuk pertumbuhan bakteri. Judomidjoyo (1992). Menyatakan bahwa bila mikroorganisme ditumbuhkan pada nutrisi yang tidak larut dalam air tetapi esensial baginya maka pertumbuhannya akan dibatasi oleh laju kelarutan nutrisi tersebut.

Sebaliknya apabila ukuran partikel diperkecil sampai 200 mesh juga berakibat

menurunnya jumlah sel dibanding pada perlakuan 100 dan 150 mesh., yaitu $22,6 \times 10^9$ dengan laju pertumbuhan hanya 0,039 ln sel/ml. Diduga bahwa pada kondisi ini sudah terjadi peristiwa penggumpalan (aglomerasi) karena terlalu kecilnya partikel batubara yang ada pada zat pelarut. Penggumpalan akan mengakibatkan terbatasnya daya larut nutrisi bagi bakteri. Aglomerasi juga mengakibatkan suplai gas oksigen dan karbondioksida menjadi terbatas. Dengan terbatasnya suplai O_2 dan CO_2 mengakibatkan pertumbuhan sel bakteri *Thiobacillus ferrooxidans* terhambat karena bakteri tersebut bersifat aerob dan butuh CO_2 untuk sumber energinya. Ryu (1993) dalam Cundasari et al (1999) menyatakan bahwa aglomerasi menyebabkan keterbatasan pasokan gas oksigen dan karbondioksida serta efek inhibisi oleh senyawa organik yang terlarut.

Jadi jelas terlihat ada efek yang kurang baik apabila ukuran partikel kurang tepat. Dalam penelitian ini diperoleh fenomena, pada besar partikel 50 mesh pertumbuhan bakteri kurang baik, apabila ditingkatkan menjadi 100 dan 150 mesh pertumbuhan bakteri menjadi lebih baik dari perlakuan

sebelumnya, tetapi apabila dinaikkan sampai 200 mesh pertumbuhan bakteri menurun kembali.

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

1. Terdapat kecenderungan semakin besar mesh sampai pada batas tertentu pertumbuhan semakin baik.
2. Pertumbuhan terbaik diperoleh pada perlakuan ukuran partikel batubara 100 mesh dengan Jumlah sel yaitu $55,9 \times 10^9$ sel/ml dan laju pertumbuhan 0,058 ln sel/ml .

SARAN

1. Perlu dilanjutkan dengan penelitian pengukuran kadar sulfur dan abu dengan perlakuan ukuran partikel ini, sehingga dapat dilihat korelasi anatar pertumbuhan bakteri dengan aktivitas desulfurisasinya
2. Masih perlu dilanjutkan penelitan tentang faktor-faktor lain penentu keberhasilan proses bioleaching yang lain, seperti : identifikasi dan karakterisasi bakteri desulfurisasi yang sudah diperoleh, pengaturan pH medium , aerasi, penambahan kofaktor enzim dan

sebagainya dalam rangka optimasi proses.

DAFTAR PUSTAKA

- Brennan, 1996. Microorganism in leaching of Sulfide Minerals. J.eng chem Cundasari, Dewi D, NS Ningrum. 1999. Pengaruh laju alir udara pada biodepiritasi batubara oleh T ferooksidans. Prosiding seminar Teknik Kimia ITB.
- Elzky, M dan A.Atia. 1995. Effect of Bacterial Adaption on Kinetics and Mechanism of Bioleaching Ferosulfida, The Chemical Eng. J.
- Estuningsih, S. P.2000. Isolasi dan Uji Potensi isalat Bakteri Dari area Pertambangan batu bara Tanjung Enim Sum Sel Lembaga Penelitian UNSRI.
- Judoamidjoyo M. 1992. Teknologi Fermentasi. Rajawali Pres Jakarta
- Ismail S. 1995. Batubara Indonesia Potensi dan Harapan. UNSRI
- Kargi, F. 1982. Enchment of Microbial Removal of Pyrit Sulfur from Coal using Concentrated Cell Suspension of Thiobaciillus Ferooksidans and External Carbondioxide supply. Biotec. Bioeng.
- Kilbane. J.J. 1990. Microbial of removal of organic Sulfur from Coal Curent Status and Reseach Needs. Bioprosesing and Biotreatment. Of Coal. DL Wise eds.

- Krowscwitz and M Howe, 1992. Kirk
Othmer Encyclopediac of Chemical
Technology. Jhon Wiley and Son.
New York.
- Aka, A and Cork. 1992. Sulfur
Microorganism in Fosil Fuel Industry
Enciclopediac of microbiology.
Academic Press London
- Mitchel. 1992. Enviromental Microbiology.
Wiley Liss. Inc. USA
- Nandar. 1994. Desulfurisasi batubara dengan
metoda biologi. Erlangga.
- Noris PR. 1990. Achy dhophilic Bacteria and
Their Activity in Mineral Sulfida
Oxidation. Mc Graw Hill Publishing
Company. USA
- Olson 1990. Prospect Biodesulfurization of
Coal : Mecanism and Related Process
Desg. Fuel Processing
Technology.
- Pelchar and Chan. Dasar Mikrobiologi
(terjemahan). UI Press Jakarta.
- Wood D and DE Rawling 1991. Pelepasan
Logam dan Penambangan secara
biologi Dalam : Marx .JL. Revolusi
Bioteknologi. W. Yatim Penerjemah.
Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Yohanes. 1985 Fisika Bahan Padat.
Gramedia. Jakarta