

PENENTUAN MODEL KINETIKA REAKSI HIDROLISIS PADA LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT DENGAN ANAEROBIC BAFFLE REACTOR

DETERMINATION OF HYDROLYSIS KINETICS REACTION MODEL OF PALM OIL MILL EFFLUENT USE THE ANAEROBIC BAFFLE REACTOR

Siti Masriani Rambe

Baristand Industri Medan, Jl. S.M. Raja No.24 Medan
e-mail: siti_masriani@yahoo.com

Diterima: 16 Mei 2015; Direvisi: 20 Agustus 2015 – 27 November 2015 ; Disetujui: 15 Desember 2015

Abstrak

Telah dilakukan penelitian penentuan model kinetika reaksi hidrolisis pada pembuatan biogas dari limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) dengan menggunakan reaktor anaerobik *baffle*. Penetapan model kinetika reaksi hidrolisis dapat dilihat dari depolimerisasi LCPKS menjadi produk intermediate (senyawa monomer) sebelum menjadi biogas. Percobaan diawali dengan proses aklimatisasi dan *start up* LCPKS dalam reaktor *baffle* dengan variasi waktu tinggal yaitu 18, 24, 30 hari juga variasi pengenceran konsentrasi LCPKS yaitu 1:1 dan 1:3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju dekomposisi Total Solid (TS) dan COD yang optimal adalah pada HRT 30 hari dan pengenceran konsentrasi 1:1 dimana penurunan TS mencapai 85% dan COD mencapai 74%. Model kinetika reaksi pada penelitian ini diperoleh persamaan reaksi orde satu dengan persamaan linear dengan konstanta reaksi 0,005. Persamaan laju reaksi hidrolisis diperoleh 0,056 kali laju penurunan COD dengan tingkat keakuratan 99,2%. Semakin tinggi konsentrasi maka semakin tinggi laju dekomposisi dari nilai TS terjadi.

Kata kunci : hidrolisis, LCPKS, reaktor bersekat, total solid, waktu tinggal

Abstract

Research was conducted to determine the hydrolysis kinetics reaction model to generated biogas from Palm Oil Mill Effluent (POME) by using anaerobic baffle reactor. Determination of the hydrolysis reaction kinetics model can be seen from the depolymerization POME into intermediate products (compound monomer) prior to biogas. Trial begins with the process of acclimatization and start up POME reactor residence time baffle with a variation that is 18, 24, 30 days are also variations of concentration POME dilution is 1: 1 and 1: 3. The results showed that the rate of decomposition of Total Solid (TS) and COD optimum is at 30-day HRT and diluting the concentration of 1: 1 where the decline reached 85% TS and COD reached 74%. Reaction kinetics model in this study were obtained first-order equation with linear equations with constant reaction 0.005. Hydrolysis rate equation was obtained 0.056 times COD with 99.2% accuracy of level. The higher concentration was obtained the higher of decomposition rate of the value of TS occurs.

Keywords : hydrolysis, POME, anaerobic baffle reactor, total solid, Hydraulic Retention Time (HRT)

PENDAHULUAN

Limbah Cair Pabrik kelapa Sawit (LCPKS) merupakan salah satu jenis buangan pabrik pengolahan kelapa sawit yang berasal dari air kondensat pada proses sterilisasi, air dari proses klarifikasi, air *hydrocyclone* (*claybath*) dan air pencucian (Irvan *et al*, 2012). LCPKS dapat dimanfaatkan sebagai energi berupa biogas melalui tahap/reaksi yaitu reaksi hidrolisis, acidogenesis, acetogenesis dan metanogenesis.

Proses biodegradasi minyak dan lemak melalui berbagai lintasan (*pathway*) yang melibatkan berbagai kelompok

bakteri anaerob dan beberapa tahap proses yakni proses hidrolisis, proses acidogenesis, proses acetogenesis dan proses metanogenesis (Gunther, 2011). Persamaan kinetika telah dikembangkan oleh Barthakur *et al.*, (1991) dengan menggambarkan tahap proses pembuatan persamaan berdasarkan rancangan suatu model kinetika reaksi biodegradasi anaerob dengan asumsi awal distribusi mikrobial dalam sistem relatif seragam dan tercampur.

Penyusunan model kinetika proses anaerob memerlukan sejumlah persamaan kinetika dan parameter kinetika yang cukup kompleks dan rumit.

Untuk menyederhanakan model kinetika, disusun beberapa asumsi antara lain (Morgenroth *et al*, 2002): Tidak ada mikroorganisme di dalam umpan; Bioreaktor berpenyekat anaerob mempunyai distribusi biomassa relatif seragam dalam sistem disebabkan oleh laju volumetrik yang tinggi dan pengaruh pelepasan biogas yang menyebabkan efek turbulensi terhadap sistem, Oleh karena itu, sistem bioreaktor berpenyekat anaerob dapat dipertimbangkan sebagai sistem mikroba homogen tercampur sempurna; Laju kematian mikroorganisme jauh lebih kecil dari pada laju pertumbuhannya sehingga dapat diabaikan; Proses berlangsung pada kondisi tunak. Berdasarkan asumsi-asumsi diatas disusun model kinetika proses anaerob melalui beberapa tahap biodegradasi yaitu tahap hidrolisis-acidogenesis, dan tahap selanjutnya. Laju reaksi hidrolisis diasumsikan mengikuti persamaan orde satu yaitu (Thembhurkar, 2007) :

$$\frac{dC}{dt} = k (C_0 - C_t) \dots \dots \dots (1)$$

dimana:

t = waktu (jam)

C_t = Konsentrasi terdegradasi (COD) pada waktu (t)

C₀ = Konsentrasi terdegradasi (COD) pada waktu (0)

K = Koefisien kecepatan reaksi degradasi

Senyawa organik yang kompleks dalam hal ini minyak-lemak tidak dapat langsung dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhan produk karena mikroorganisme hanya memerlukan senyawa-senyawa sederhana sebagai substrat untuk menginduksi enzim – enzim ekstraseluler yang dapat menghidrolisis senyawa kompleks organik (Ahmad *et al*, 2011). Penguraian senyawa kompleks organik menjadi senyawa organik sederhana berlangsung pada tahap hidrolisis.

Proses hidrolisis lebih sering disebut depolimerisasi karena dapat memecah makromolekul (Broughton, 2009). Mikroorganisme hidrolase yang tumbuh berupa mikroorganisme anaerobik. Untuk senyawa kompleks dan konsentrasi yang tinggi, hidrolisis biasanya berjalan lambat.

Mikroorganisme akan mendekomposisi rantai panjang karbohidrat, protein dan lemak menjadi bagian yang lebih pendek. Proses penguraian ini melibatkan mikroorganisme hidrolase, senyawa-senyawa organik kompleks dihidrolisis menjadi monomer-monomer. Sebagai contoh, polisakarida diubah menjadi monosakarida, protein diubah menjadi peptida dan asam amino, lemak dihidrolisis menjadi asam-asam lemak atau gliserol.

Anaerobic Baffle Reactor (ABR) merupakan bioreaktor yang memiliki *kompartment* yang dibatasi oleh sekat-sekat vertikal. ABR mampu mengolah berbagai macam jenis influent. Umumnya sebuah ABR terdiri dari kompartmen yang disusun secara seri (Sudjarwo, 2006).

Rangkaian sekat pada ABR secara seri memiliki keuntungan dalam mengolah substansi yang sulit di degradasi seperti limbah PKS yang memiliki COD yang tinggi. Aliran limbah diarahkan menuju ke bagian bawah *hanging baffle* lalu melewati bagian atas dari *standing baffle*, akibat dari adanya tekanan dari umpan masuk sehingga air limbah dapat mengalir dari ruang awal menuju ruang berikutnya. Pada saat aliran keatas, aliran melewati *sludge blangket* sehingga limbah dapat kontak dengan mikroorganisme aktif. Reaktor memiliki bagian *downflow* dimana areanya lebih kecil dibanding *upflow* untuk mencegah akumulasi mikroorganisme. Istilah *downflow* sering disebut dengan Clearance Baffle Reactor (CBR) atau jarak dasar reaktor dengan *handling baffle reactor*. Pengamatan dengan variasi HRT dilakukan pada reaktor hidrolisis-asidogenesis untuk mengetahui unjuk kerja reaktor.

Parameter kinetika merupakan dasar penting dalam desain bioreaktor terutama konstanta laju pertumbuhan maksimum untuk menentukan waktu tinggal biomassa minimum. Waktu tinggal biomassa minimum merupakan titik kritik pengoperasian bioreaktor dalam mengolah limbah cair industri minyak sawit.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh waktu tinggal

(HRT) dan konsentrasi terhadap penentuan model kinetika reaksi hidrolisis pada reaktor dengan sistem *Anaerobic Baffle Reactor* dengan melihat penurunan partikel organik sebagai tahap awal pembentukan biogas dari LCPKS.

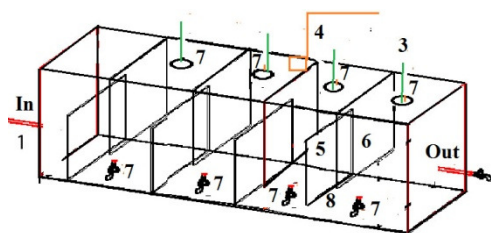
METODOLOGI PENELITIAN

Bahan

Dalam penelitian ini bahan utama yang digunakan adalah limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) yang berasal dari Pabrik Kelapa Sawit Adolina milik PTPN IV Lubuk Pakam, Sumatera Utara dan bibit bakteri anaerob dari kolam PKS Pabatu milik PTPN IV juga. Beberapa bahan kimia digunakan untuk analisa sampel untuk mengetahui parameter Total Solid (TS) dan COD (partikel organik) dalam limbah.

Peralatan

Penelitian ini menggunakan reaktor hidrolisis dengan tipe *anaerobic baffle reactor* skala laboratorium. Reaktor tipe ini memiliki bentuk/geometri yang praktis dan sederhana seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1. Reaktor dilengkapi dengan outlet untuk pengambilan sampel, untuk dilakukan analisa COD pada LCPKS.



- | | | |
|----------------------|------------------------------------|----------------------|
| 1. Umpan Masuk | 5. <i>Standing baffle reactor</i> | |
| 2. Umpan Keluar | 6. <i>Hanging baffle reaktor</i> | |
| 3. Alat Pengukur Gas | 7. Kran | Limbah |
| | | Keluar/Sampling Port |
| 4. Pipa Gas keluar | 8. <i>Clearance Baffle Reactor</i> | |

Gambar 1. Bioreaktor hidrolisis tipe *anaerobic baffle reactor*

Penelitian ini juga menggunakan oven, furnace, autoklaf, timbangan dan peralatan glass lainnya.

Prosedur Penelitian

Dalam reaktor *Baffle*, limbah diumpankan (dari input) bersamaan dengan bibit bakteri anaerob yang diambil dari kolam asam PKS Pabatu. Lalu dilakukan proses aklimatisasi agar mikroorganismenya dapat beradaptasi dengan substrat/limbah baru kemudian dilanjutkan dengan tahap start-up yang dimulai dari waktu tinggal (HRT) 42 hari. Start up dilakukan akan bakteri anaerob tidak mengalami shock saat mencapai HRT variasi. HRT variasi dalam penelitian ini adalah HRT 30, 24 dan 18 hari. Selain HRT juga terhadap konsentrasi divariasikan yaitu konsentrasi 1 dan 3 kali pengenceran, dimana proses pengenceran dilakukan dengan menambah air segar dengan perbandingan air : limbah yaitu 1 : 1 dan 1:3. Dalam pengamatan jika terjadi penurunan nilai TS maka dilakukan penambahan limbah baru pada reaktor baffle, demikian seterusnya hingga limbah/substrat mengalir hingga sekat akhir (pada output reaktor). Pengambilan sampel dilakukan secara berkala, di setiap ruang untuk mengetahui nilai TS dan COD, kemudian dianalisa. Analisa parameter TS mengacu pada Metode ASTM E 1756 sedangkan parameter COD mengacu kepada SNI 6989.73-2009.

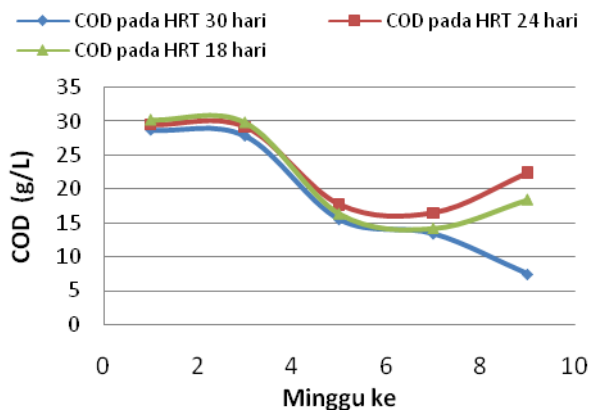
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Waktu Tinggal (HRT) dan Konsentrasi terhadap perubahan partikel organik (COD) dalam kinetika reaksi

Penurunan partikel organik dapat diketahui dengan melihat penurunan nilai COD. Gambar 2 memperlihatkan penurunan COD untuk setiap HRT dan pengenceran konsentrasi dimana diperoleh yang berbeda untuk setiap variasi. Broughton (2009) menyatakan bahwa penurunan partikel organik dalam reaksi hidrolisis dapat ditandai dengan perubahan konsentrasi COD di dalam limbah. Penurunan nilai COD terjadi dari

HRT 30, 24 dan 18 hari (Gambar 2) menandakan semakin lama substrat dalam reaktor maka semakin banyak partikel organik yang terdegradasi oleh mikroorganisme.

Penurunan nilai COD dari awal hingga akhir, mengindikasikan bahwa adanya aktivitas mikroorganisme. Nilai COD berkurang mengindikasikan berkurangnya partikel organik dalam substrat dalam limbah. Secara umum pengenceran konsentrasi 1 kali (1:1) untuk HRT 30 hari, penurunan COD lebih rendah jika dibandingkan dengan waktu tinggal 24 dan 18 hari. Penurunan nilai COD pada waktu tinggal 30 hari diperoleh sekitar 74 %, untuk waktu tinggal 24 hari diperoleh 38% sedangkan untuk waktu tinggal 18 hari diperoleh 24 %.



Gambar 2. Penurunan Nilai COD untuk Variasi HRT pada 1 Kali Pengenceran

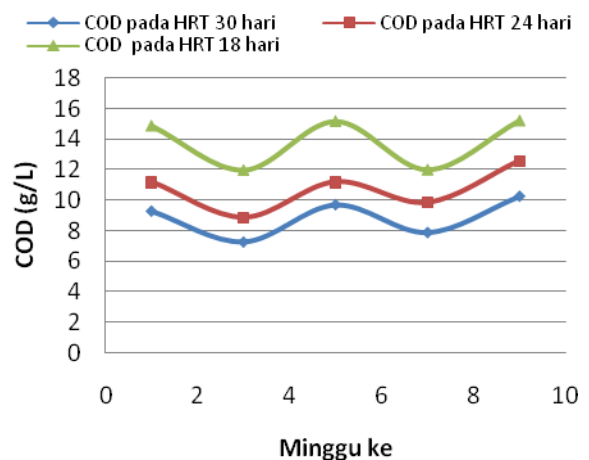
Thembhukar, 2007 menyatakan pada persamaan 1 bahwa laju penguraian substrat dalam limbah dapat dinyatakan dengan perubahan COD setiap waktu. Jika selisih COD awal dengan akhir diperoleh tinggi maka laju (dC/dt) penguraian juga akan semakin tinggi. Pada pengenceran 1kali diperoleh laju penguraian substrat oleh mikroorganisme dalam limbah paling tinggi yaitu pada HRT 30 hari atau $t = 30$ hari.

Sedangkan penurunan partikel organik (COD) pada konsentrasi 3 kali pengenceran (1:3). dapat dilihat pada Gambar 3. Pola penurunan nilai COD pada pengenceran 1 kali berbeda dengan pengenceran 3 kali dimana penurunan pada 3 kali pengenceran sangat fluktuasi. Perubahan nilai COD pada awalnya

terjadi penurunan sedangkan pada minggu keempat terjadi peningkatan. Hal ini disebabkan oleh substrat/limbah yang diumpankan telah mengalami pengenceran sehingga dengan mudah di degradasi oleh mikroorganisme dan nilai COD menurun sedangkan terjadinya kenaikan nilai COD pada minggu keempat adalah akibat dari pengumpanan yang dilakukan kembali dan nilai COD kembali meningkat.

Nilai COD diperoleh pada waktu tinggal (HRT) 30 hari pada akhir minggu kesembilan adalah 10,228 g/L, untuk waktu tinggal 24 hari diperoleh 12,570 g/L sedangkan untuk waktu tinggal 18 hari diperoleh 15,240 g/L.

Pengamatan parameter COD dilakukan untuk melihat hasil intermediate reaksi biogas yaitu reaksi hidrolisis (Ahmad *et al*, 2000). Bakteri jenis hidrolase yang sangat berperan dalam proses penguraian senyawa polimer yang ada dalam limbah/substrat menjadi monomer-monomer.



Gambar 3. Penurunan nilai COD pada variasi HRT pada konsentrasi 3 pengenceran

Senyawa monomer dari hasil reaksi hidrolisis tersebut meliputi asam lemak bebas, asam amino, glukosa yang sangat bermanfaat untuk pertumbuhan bakteri anaerob dan pembentukan produk lanjut (VFA) karena senyawa tersebut lebih mudah masuk dalam sel melalui membran sel bakteri anaerob (Ahmad *et al*, 2000). Waktu tinggal substrat dalam reaktor berpengaruh tetapi tidak begitu signifikan, dimana pada waktu tinggal

(HRT) lama maka nilai COD akan semakin rendah. Hal ini disebabkan waktu yang diperlukan mikroorganisme dalam mendegradasi partikel organik dalam substrat semakin lama dan nilai COD menjadi turun.

Perbedaan nilai COD akhir pada ketiga pengenceran tersebut disebabkan oleh terjadinya penguraian partikel organik dari fasa padat menjadi fasa air berupa senyawa yang lebih sederhana. Hal ini berkaitan dengan jumlah konsentrasi yang diumpangkan pada reaktor. Poedjadi *et al*, (2009) mengemukakan bahwa pada konsentrasi enzim yang tetap, maka pertambahan konsentrasi substrat akan menaikkan kecepatan reaksi. Akan tetapi pada batas konsentrasi tertentu, tidak terjadi kenaikan kecepatan reaksi walaupun konsentrasi substrat diperbesar. Keadaan ini juga telah diterangkan oleh Michaelis-Menten dengan hipotesis mereka tentang terjadinya kompleks enzim substrat.

Pada konsentrasi substrat rendah, bagian aktif enzim ini hanya dapat menampung substrat sedikit. Bila konsentrasi substrat diperbesar, makin banyak substrat yang berhubungan dengan bagian enzim pada bagian yang aktif tersebut. Pada konsentrasi substrat tertentu, semua bagian aktif telah dipenuhi oleh substrat dan telah jenuh terhadap substrat. Dalam keadaan ini, bertambah besarnya konsentrasi substrat tidak menyebabkan bertambah besarnya konsentrasi kompleks enzim substrat, sehingga jumlah hasil reaksinya pun tidak bertambah besar.

Dengan demikian, dapat dilihat bahwa kemampuan enzim mikroba dalam menguraikan bahan organik dalam limbah adalah sama untuk 1 dan 3 kali pengenceran konsentrasi. Seperti yang telah dikemukakan oleh Michaelis-Menten persamaan konsentrasi substrat dengan enzim.



Pengamatan yang telah dilakukan pada pengenceran 1 kali diperoleh penurunan COD lebih besar daripada pengenceran konsentrasi 3 kali. Hal ini disebabkan, konsentrasi mikroba (enzim)

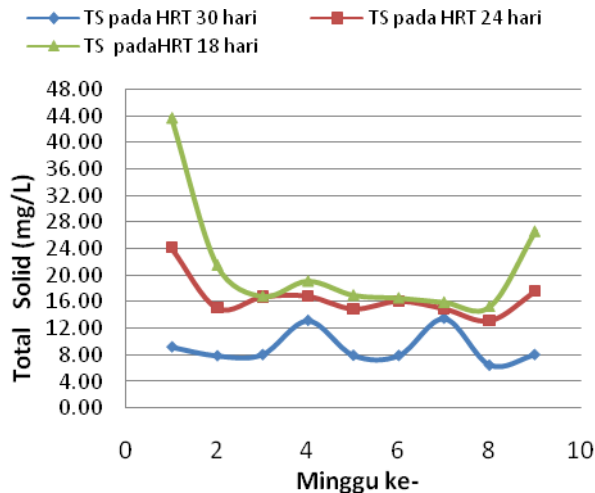
dan waktu kontak untuk kedua pengenceran sama sementara konsentrasi partikel organik (substrat) yang akan diuraikan berbeda. Konsentrasi partikel organik (COD) pada pengenceran konsentrasi 1 kali lebih besar dari pengenceran konsentrasi 3 kali, sehingga COD akhir lebih tinggi pada 1 kali pengenceran.

Pengaruh Waktu Tinggal (HRT) dan Konsentrasi Terhadap Perubahan Total Solid (TS) atau Volatil solid (VS) Dalam Kinetika Reaksi

Total solid (TS) merupakan jumlah partikel organik secara keseluruhan termasuk didalamnya adalah mineral-mineral sedangkan volatil solid adalah jumlah partikel organik yang tidak termasuk didalamnya komponen mineral. Pada proses penetapan nilai VS adalah keseluruhan TS di kurang dengan kadar abu (non organik), sehingga dalam penelitian ini parameter TS di asumsikan sama dengan VS sebab penguraian partikel organik meliputi TS atau VS.

Pada saat penambahan substrat baru (saat pengumpulan), diharapkan sedimen tersebut dapat kontak kembali sehingga substrat baru dapat terurai oleh mikroorganisme yang ada dalam sedimen atau dalam suspensi. Pola aliran limbah melalui sekat meliputi, sedimen yang terbentuk dari ruang pertama akan terdorong menuju ruang berikutnya, demikian seterusnya hingga pada titik ruang akhir dari reaktor (Foxon *et al*, 2006). Waktu tinggal (HRT) yang kecil akan memperlama sebaran kontak limbah dengan substrat. Dengan demikian reaksi terus berlangsung sehingga terbentuk kembali reaksi hidrolisis, karena jutaan mikroorganisme anaerob ada dalam limbah yang sangat kompleks.

Untuk mengetahui pengaruh waktu tinggal (HRT) dalam reaktor, juga dilakukan pendekatan dengan pengukuran total solid (TS) yang terbentuk (Herawati *et al*, 2010).

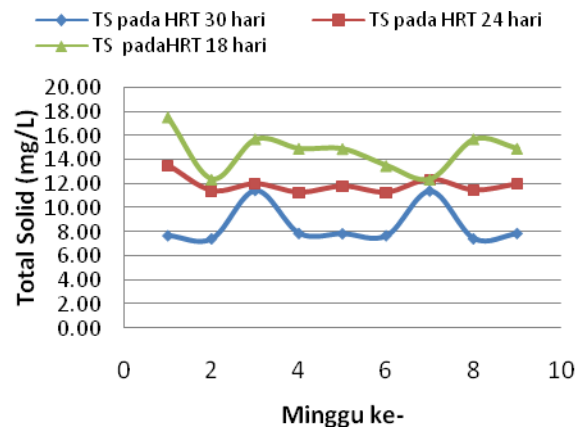


Gambar 4. Penurunan nilai TS pada variasi HRT (18, 24, 30 hari) untuk 1 kali Pengenceran

Gambar 4. menunjukkan nilai TS yang cenderung berbeda pada setiap waktu tinggal dan perbedaan tersebut sangat signifikan untuk ketiga variasi waktu tinggal (HRT). Secara umum untuk ketiga variasi HRT, Nilai TS pada HRT 18 hari lebih tinggi daripada HRT 24 dan 30 hari, dimana pola perubahan nilai TS pada minggu kedua hingga kedelapan hampir sama untuk semua waktu.

Pada awal nya nilai TS pada HRT 18 hari diperoleh lebih tinggi jika dibandingkan dengan HRT yang lain hal ini disebabkan oleh partikel organik dalam substrat masih tinggi. Namun pada saat menjelang minggu kedua hingga minggu kedelapan nilai TS untuk ketiga HRT hampir sama. Waktu tinggal (HRT) substrat sangat berpengaruh pada perubahan nilai TS, dimana semakin lama waktu tinggal substrat dalam reaktor maka semakin rendah nilai TS yang dihasilkan atau semakin tinggi laju penguraian TS dalam reaktor dan pada waktu tertentu akan statis dikarenakan substrat dari LCPKS sudah menurun. Secara umum pada HRT 18 hari menunjukkan bahwa nilai TS lebih tinggi jika dibandingkan dengan HRT 24 hari. Demikian juga pada HRT 24 hari diperoleh lebih tinggi nilai TS daripada HRT 30 hari. Waktu tinggal limbah dengan mikroorganisme yang lama dapat menurunkan nilai TS substrat. Nilai TS rata-rata pada variasi HRT untuk

konsentrasi 1 kali pengenceran yaitu pada HRT 30 hari diperoleh 85%, untuk HRT 24 hari diperoleh 69% dan untuk HRT 18 hari diperoleh 65%.

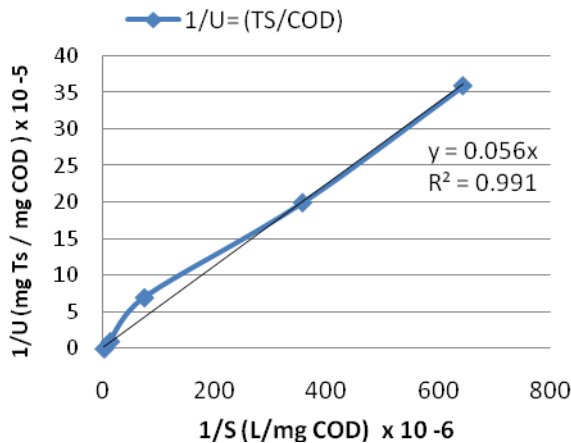


Gambar 5. Penurunan nilai TS pada variasi HRT (18, 24, 30 hari) untuk pengenceran 3 kali

Gambar 5. memperlihatkan nilai TS untuk variasi konsentrasi 3 kali pengenceran substrat/limbah. Nilai TS pada variasi HRT 30 hari diperoleh 57% lebih kecil jika dibandingkan dengan HRT 24 hari (32%), demikian juga untuk HRT 18 hari (29%) diperoleh nilai TS lebih tinggi daripada HRT 24 hari. Namun pada saat menjelang minggu kedua hingga minggu kedelapan nilai TS untuk ketiga HRT hampir sama. Waktu tinggal (HRT) substrat sangat berpengaruh pada perubahan nilai TS, dimana semakin lama waktu tinggal substrat dalam reaktor maka semakin rendah nilai TS yang dihasilkan atau semakin tinggi laju penguraian TS dalam reaktor. Gambar 5. Memperlihatkan nilai awal TS diperoleh lebih rendah daripada pada pengenceran 1 kali, hal ini disebabkan umpan masuk telah dicampur air sebanyak 2 bagian sehingga nilai TS jadi menurun.

Untuk mengetahui model kinetika reaksi dari proses yang terjadi yaitu reaksi hidrolisis dapat mengacu ke persamaan yang lazim dilakukan yaitu persamaan monod. Abdurrahman *et al* (2011) mengemukakan dalam penelitiannya bahwa untuk mengetahui model kinetika reaksi yang terjadi dapat mengacu kepada beberapa persamaan yaitu

persamaan monod, persamaan contois dan persamaan Chen & Hashimoto.



Gambar 6. Persamaan model kinetika pada HRT 30 hari dan pengenceran 1 kali

Data penelitian parameter COD dan TS dapat dilakukan dengan menguji ke persamaan metode kinetika yaitu persamaan monod (Smith, 2000). Dari hasil penelitian ditetapkan satu kondisi yang dianggap paling optimal dalam menurunkan partikel organik yaitu pada HRT 30 hari dan konsentrasi 1 kali pengenceran.

Variabel X pada Gambar 6 merupakan parameter 1/COD dalam satuan mg/L sedangkan untuk variabel Y adalah 1/U atau Nilai TS dibagi dengan nilai COD dengan satuan mg/L.

Melalui pengolahan data untuk variabel 1/COD dan 1/U (TS/COD) untuk kondisi HRT 30 hari dan konsentrasi 1 kali pengenceran maka diperoleh grafik seperti pada Gambar 6. Titik perpotongan pada grafik tersebut akan diperoleh satu persamaan dengan pemilihan grafik secara linear (orde reaksi 1) maka diperoleh persamaan 2.

$$Y = 0,056 X \dots\dots\dots(2)$$

dengan $R^2 = 0,991$

Y diartikan dalam persamaan adalah 1/U sedangkan X adalah (1/COD). Sedangkan dalam perhitungan dengan menggunakan sistem regresi linear jika di peroleh R^2 artinya adalah tingkat keakuratan dari data. Dalam hal ini

diperoleh $R^2 = 0,991$ artinya sama dengan tingkat keakuratan data dalam persamaan adalah 99,1 %.

Laju penguraian oleh mikroorganisme dapat di simbolkan dengan U sedangkan penurunan partikel organik disimbolkan dengan COD. Persamaan (2) relevan dengan persamaan reaksi orde satu.

$$\frac{-dC}{dt} = k \cdot \frac{dX}{dt} = k \cdot x(t) \dots\dots\dots(3)$$

Jika dikonversikan symbol dengan persamaan dengan pers (2) dan pers (3) menjadi:

$$Y = 0.056 X \dots\dots\dots(3)$$

$$\frac{1}{U} = k \frac{1}{S} \dots\dots\dots(4)$$

Persamaan laju reaksi (-r) menjadi:

$$-r = (0.056) \frac{1}{COD} \dots\dots\dots(5)$$

Sedangkan konstanta (ketetapan) reaksi diperoleh 0,056. Laju perubahan reaksi (-r) adalah laju penguraian/ degradasi mikroorganisme terhadap substrat dalam limbah equivalen dengan 0,056 kali perubahan 1/COD yang terjadi. Sehingga dapat dijadikan suatu model persamaan untuk setiap perubahan COD akan berpengaruh pada nilai laju reaksi degradasi (1/U) dengan konstanta reaksi adalah 0,056 dalam *Anaerobic Baffle Reactor* untuk kondisi waktu tinggal 30 hari dan konsentrasi 1 kali pengenceran. Model persamaan lain dapat juga diperoleh dengan mempertimbangkan data COD dan TS yang ada sesuai dengan waktu tinggal dan pengenceran yang dilakukan.

KESIMPULAN

Penurunan partikel organik dengan melihat parameter COD dan TS untuk variasi pengenceran dan HRT, diperoleh variasi yang optimum adalah pada konsentrasi 1 kali pengenceran (1:1) dan waktu tinggal 30 hari dimana laju dekomposisi Total Solid (TS) mencapai 85% dan laju dekomposisi COD mencapai 74%. Model kinetika reaksi

pada penelitian ini diperoleh ada orde reaksi satu dengan konstanta reaksi 0,056. Melihat persamaan yang terbentuk secara linear diperoleh persamaan laju reaksi hidrolisis 0,056 kali laju penurunan COD dengan tingkat keakuratan 99,1%. Laju perubahan partikel organik COD atau TS sangat berpengaruh pada waktu tinggal dan konsentrasi dalam penetapan model kinetika reaksi atau persamaan reaksi dalam reaktor *baffle*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Baristand Industri Medan yang telah membiayai kegiatan penelitian juga analisis lab. Lingkungandi Baristand Medan yang ikut serta dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman N.H, Y.M Rosli, N.H Azhari, S.F. Tam. (2011). Biomethanation of Palm Oil Mill Effluent (POME) by Membrane Anaerobic System (MAS) using POME as a Substrate. World Academy of Science, Engineering and Technology 51. page 419-424.
- Ahmad Adrianto, Tjandra Setiadi, Mindriany Ayafila dan Oei Ban Liang. (2000). "Model Kinetika Proses Biodegradasi Anaerob Minyak Dan Lemak". Jurnal Biosains Volume 5 No.1, Hal 28 – 37. Institut Teknologi Bandung, Indonesia.
- Ahmad Adrianto, Bahrudin, Said Zul Amraini dan David Andri. (2011). " Biokonversi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dengan Bioreaktor Hybrid Anaerobic Fasa Tunggal. Prosiding SNTK, Unri, Pekanbaru.
- Barthakur, A. M.Bora dan H. Devendra Singh. (1991). "Kinetic model for substrate utilization and methane production in the anaerobic digestion of organic feeds". Biotechnol.Prog, 7 (4), 369-376.
- Broughton Alistair David. (2009). "Hydrolysis and Acydogenesis of Farm Dairy effluent for Biogas Production at Ambient Temperatures". Thesis. Master of Engineering in Enviromental Engineering, at Massey University, Palmerston North, New Zealand. .
- Foxon KM, Buckly CA, Brouckaert CJ, Dama P, Mtembeu Z, Rodda N, Smith M, Pllay S, Arjun N, Lalbahadur T dan Bux F. (2006). "The Evaluation of the anaerobic baffled reactor for sanitation in dence per-urban settlements". Report to the Water Research Commission, Durban. ISBN No: 1-77005-371-9.
- Gunther Bochman. (2011). "Pre-treatment Technology for Biogas Production, Istanbul Bioenergy", International Symposium on Anaerobic Digestion of Solid Waste and Energy Crop, Turkey.
- Herawati Dewi Astuti dan Andang Arif Wibawa. (2010). "Pengaruh Pretreatment Jerami Padi pada Produksi Biogas dari Jerami Padi dan Sampah Sayur Sawi Hijau Secara Batch". Jurnal Rekayasa Proses. Universitas Gajah Mada, Vol. 4, No. 1, Hal 25-29.
- Irvan, Bambang Trisakti, Vivian Wongistani dan Yoshimasa Tomiuchi. (2012). "Methane from Digestion of Palm Oil Mill Effluent (POME) in a Thermofilic Anaerobic Reactor". International Journal of Science and Engineering Vol.3 (1) : 32-35.
- Morgenroth E, Kommedal R dan Harremoes P. (2002). " Processes and Modelling of Hydrolysis of particulate organic matter in aerobic wastewater treatment- a Riview". Wat. Sci. Technol 45 (6): 25-40.
- Poedjiadi Anna, F.M. dan Titin Supriyanti, Msi, Dr. (2009). "Dasar-Dasar Biokimia". Penerbit Universitas Indonesia (UI Press). Jakarta.
- Smith,H.L. (2000). "Bacterial Growth, Department of Mathematicc and Statistics". Arizona State University, Tempe, AZ 85287. Supported in part by NSF grant DMS 0107160.
- Sudjarwo Hermanto. (2006). "Sistem Pengolahan Anaerobik". Panduan Praktis Instalasi Pengolahan Air Limbah, Pusat Teknologi Limbah. Yogyakarta.
- Thembhurkar A. R. (2007). Studies of Hydrolysis and Acydogenesis of Kitchen Waste in the two phase Anaerobic Digestion *Journal of the IPHE*, Vol. 2007-08, No.2. India.