

JURNAL

**PERBAIKAN KUALITAS LIMBAH CAIR INDUSTRI KECAP DAN SAOS
PT. LOMBOK GANDARIA DENGAN VARIASI BAKTERI INDIGENUS**

Disusun oleh:
Alphonsus Yospy Guntur Dirgantoro
NPM : 130801371



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNOBIOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
YOGYAKARTA
2017**

PERBAIKAN KUALITAS LIMBAH CAIR INDUSTRI KECAP DAN SAOS PT. LOMBOK GANDARIA DENGAN VARIASI BAKTERI INDIGENUS

Quality Improvement of Ketchup and soy Sauce's Industrial Liquid Waste in PT. Lombok Gandaria with Indigenous Bacteria Variance

*Alphonsus Yospy Guntur D⁽¹⁾, Alphonsus Wibowo N Jati⁽²⁾, L Indah Murwani
Yulianti⁽³⁾*

*Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta Jalan Babarsari no 44,
Yogyakarta 55281*

Alphonsusyosphy@gmail.com

ABSTRAK

Industri kecap dan saos menghasilkan produk utama kecap dan saos yang juga menghasilkan limbah dalam bentuk cair yang berasal air pencucian botol, air rendaman kedelai (baceman), maupun air dari proses produksi. Limbah cair organik yang berasal dari industri kecap dan saos mengandung protein, karbohidrat, dan lemak dengan konsentrasi yang tinggi sehingga ketika langsung dibuang ke badan air akan menimbulkan pencemaran lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh isolat bakteri indigenus yang berasal dari limbah cair industri kecap dan saos dan menggunakannya untuk mengolah limbah cair tersebut. Bakteri indigenus yang diperoleh ada 3 jenis bakteri yaitu AY1 yang menyerupai *Pseudomonas* sp., AY2 yang menyerupai *Bacillus* sp., AY3 yang menyerupai *Staphylococcus* sp. Berdasarkan bakteri yang diperoleh, dibuat perlakuan variasi yang digunakan dalam uji dergradasi limbah, yaitu perlakuan perlakuan 1 dengan variasi bakteri AY1 (50) : AY2 (25) : AY3 (25), perlakuan 2 dengan variasi bakteri AY1 (25) : AY2 (50) : AY3 (25), perlakuan 3 dengan variasi bakteri AY1 (25) : AY2 (25) : AY3 (50), perlakuan 4 dengan variasi bakteri AY1 (33) : AY2 (33) : AY3 (33), dan kontrol yang tidak diberi penambahan isolat bakteri. Berdasarkan hasil penelitian, uji degradasi yang dilakukan selama 7 hari diperoleh hasil semua perlakuan termasuk kontrol mampu mendegradasi limbah. Namun, perlakuan 4 dianggap memiliki kemampuan paling efektif dalam mendegradasi limbah cair industri kecap dan saos. Perlakuan 4 mampu menurunkan kadar Kepadatan Oksigen Terlarut (BOD) sebesar 52,69%, dapat menurunkan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) sebesar 69,29%, dan mampu menurunkan kadar *Total Suspended Solid* (TSS) sebesar 73,87%.

Kata kunci : kecap dan saos, limbah cair, pengolahan limbah, bakteri indigenus

PENDAHULUAN

Kecap dan saos merupakan bahan tambahan makanan yang banyak disukai oleh seluruh lapisan masyarakat tanpa melihat batasan usia, jenis kelamin, dan sebagainya. Umumnya, masyarakat mengetahui kecap dibuat dari bahan baku kedelai dan saos sebagai saos sambal atau saos tomat. Banyaknya kebutuhan konsumsi kecap dan saos di masyarakat menyebabkan pabrik kecap dan saos didirikan dengan berbagai macam kapasitas produksi (Sri Harti, dkk., 2014).

Industri kecap dan saos menghasilkan produk utama kecap dan saos yang juga menghasilkan limbah dalam bentuk cair yang berasal air pencucian botol, air rendaman kedelai (baceman), maupun air dari proses produksi. Menurut Indriyati (1997), limbah cair organik dari industri kecap dan saos mengandung protein, karbohidrat dan lemak dengan konsentrasi yang cukup tinggi sehingga ketika langsung dibuang ke badan air akan menimbulkan pencemaran lingkungan. Limbah tersebut perlu diolah terlebih dahulu salah satunya dengan cara pengolahan secara biologi yang aman untuk lingkungan dengan menggunakan biota yang memiliki kemampuan dalam pengolahan limbah (Ginting, 1995). Dalam penelitian ini dilakukan pengujian kemampuan bakteri indigenus dominan yang terdapat pada limbah cair industri kecap dan saos dalam mendegradasi limbah cair tersebut.

METODE PENELITIAN

1. Alat dan bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, tabung reaksi, gelas pengaduk, gelas ukur 1000 ml, gelas beker, Erlenmeyer 50 ml dan 100 ml, corong, kertas saring, kertas payung, bunsen, mikro pipet, pipet ukur, *laminair air flow* (LAF), trigalski, propipet, jarum ose, korek gas, rak tabung reaksi, inkubator, *autoclave*, hemositometer, gelas benda, gelas penutup, *handcounter*, mikroskop, kertas label, kapas, gelas ukur, labu ukur, timbangan analitik, kertas tisu, *microwave*, karet, alat sentrifugal, oven, aerator, selang, toples, jerigen, corong, pH meter, dan *shaking incubator*.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain air sampel limbah, alkohol 70%, bubuk NA, kertas saring, medium Nutrient Agar, medium *Nutrient Broth*, cat Gram A (Hucker's crystal violet), cat Gram B (Lugol's Iodin), cat Gram C (Aceton Alkohol), cat Gram D (safranin), cat nigrosin, *petroleum benzene* atau n-heksan, larutan H₂O₂, larutan asam sulfat, larutan natrium hidroksida, larutan natrium sulfit, medium glukosa cair, medium sukrosa cair, medium laktosa cair, medium nitrat cair, larutan *phenol red*, larutan *α-naphtalamin*, asam sulfanilat, eter, larutan *erlich*, dan akuades.

2. Tahapan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan pada Februari 2017 hingga Agustus 2017. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknobia Lingkungan dan Laboratorium Teknologi Pengolahan Limbah Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Pengujian parameter BOD, COD, TSS dilakukan di Laboratorium Fisika Kimia Air, Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit Yogyakarta. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak kelompok Faktorial (RALF) dengan variasi penabahan isolat bakteri yaitu perlakuan 1 dengan variasi bakteri AY1 (50) : AY2 (25) : AY3 (25), perlakuan 2 dengan variasi bakteri AY1 (25) : AY2 (50) : AY3 (25), perlakuan 3 dengan variasi bakteri AY1 (25) : AY2 (25) : AY3 (50), perlakuan 4 dengan variasi bakteri AY1 (33) : AY2 (33) : AY3 (33), dan kontrol yang tidak diberi penambahan isolat bakteri. Tiap perlakuan dilakukan 3 kali pengulangan.

Tahapan penelitian terdiri dari 5 tahapan utama yaitu pengambilan sampel, sterilisasi alat dan medium, isolasi bakteri dari limbah, karakterisasi bakteri (pengamatan morfologi koloni, pengecatan Gram, uji katalase, uji sifat biokimia, dan karakterisasi bakteri dengan *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 7th edition*), perbanyakan dan uji kemampuan isolat bakteri dalam degradasi limbah cair industri kecap dan saos (pembuatan starter dan variasi isolat bakteri, pengukuran parameter pH, BOD, COD, TSS), dan analisis Data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Isolasi dan Pemurnian Bakteri Dominan

Isolasi bakteri indigenus dominan diambil langsung dari limbah cair kecap dan saos kemudian dilakukan dengan cara pengenceran pada sampel air limbah dari pengenceran 10^{-1} sampai pengenceran 10^{-5} yang kemudian diisolasi pada medium agar dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C . Penentuan koloni bakteri dominan dilakukan dengan cara perhitungan tidak langsung dan dilihat morfologi koloni dari bentuk, tepian, elevasi, warna, dan jumlah koloni.

Berdasarkan perhitungan jumlah koloni bakteri yang tumbuh pada medium agar, diperoleh jumlah koloni sebanyak 212 koloni yang diambil dari pengenceran 10^{-5} . Dari 212 koloni yang tumbuh dipilih 3 jenis bakteri yang dominan dengan ciri-ciri yang berbeda. Masing-masing bakteri yang dipilih diberi kode AY1 yang memiliki jumlah 73 koloni, AY2 yang memiliki jumlah 86 koloni, dan AY3 yang memiliki jumlah 38 koloni. Setelah dilakukan perhitungan koloni bakteri dilakukan pemurnian isolat dan karakterisasi koloni bakteri. Hasil pemurnian ketiga isolat dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Koloni Bakteri AY1, AY2, dan AY3 pada medium NA (kiri ke kanan) (Dokumentasi Pribadi, 2017)

Berdasarkan karakterisasi koloni bakteri, bakteri AY1 memiliki bentuk *Irregular*, tepian *Erose*, elevasi *Low convex*, warna putih kekuningan. Bakteri AY2 memiliki bentuk *Irregular*, tepian *undulate*, elevasi *raised*,

warna putih kekuningan. Bakteri AY3 memiliki bentuk *circular*, tepian *erose*, elevasi *raised*, warna putih. Setelah karakterisasi koloni bakteri, dilakukan karakterisasi morfologi dan warna sel meliputi pengecatan Gram dan dilakukan uji katalase. Pengujian fisiologi untuk mengetahui reaksi terhadap biokimia dilakukan juga uji fermentasi karbohidrat, uji reduksi nitrat, dan uji pembentukan indol.

Hasil karakterisasi morfologi koloni bakteri dan morfologi sel serta uji biokimia terhadap bakteri AY1, AY2, dan AY 3 kemudian dicocokkan cirinya menggunakan *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 7th Edition*. Berdasarkan hasil pencarian diperoleh hasil bahwa AY1 menyerupai genus *Pseudomonas* sp., AY2 menyerupai genus *Bacillus* sp., dan AY3 menyerupai genus *Staphylococcus* sp. Hasil karakterisasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Karakterisasi Isolat Bakteri Dominan Pendegradasi Limbah Cair Industri Kecap dan Saos

Isolat	Bentuk	Tepi	Elevasi	Warna	P.G	Bentuk sel	Uji Biokimia					
							F. K			K	I	N
							G	S	L			
AY1	Irregulair	Erose	Low convex	Putih kekuningan	-	Rod	-	-	-	+	+	+
AY2	Irregulair	Undulate	Raised	Putih Kekuningan	+	Batang	+	+	+	+	+	+
AY3	Circular	Erose	Raised	Putih	+	Bulat	+	+	+	+	+	+

Keterangan :

- P.G : Pengecatan Gram
- F.K : Fermentasi Karbohidrat
- G : Glukosa
- S : Sukrosa
- L : Laktosa
- K : Katalase
- I : Indol
- N : Nitrat
- (+) : positif
- (-) : negatif

B. Kualitas Limbah Cair Industri Kecap dan Saos

Limbah cair industri kecap dan saos yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari PT. Lombok Gandaria, Karanganyar, Jawa Tengah. Limbah cair

yang dihasilkan adalah sisa dari fermentasi basah kedelai (Baceman), air cucian botol, dan air dari proses produksi. Kualitas limbah cair industri kecap dan saos PT. Lombok Gandaria yang diolah juga diukur berdasarkan baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Baku Mutu Air Limbah Industri campuran Kecap dan Saos Menurut Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012

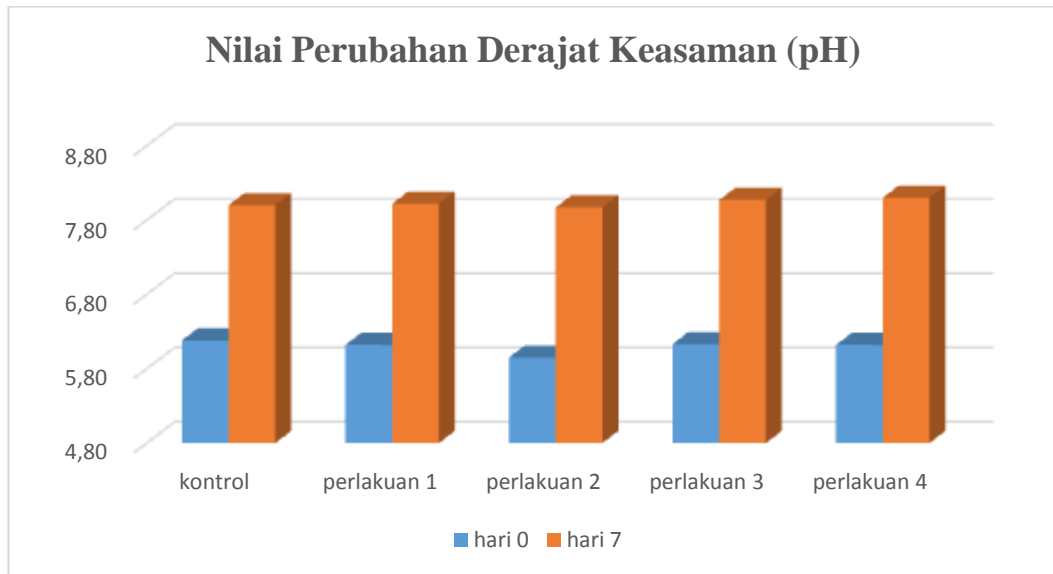
NO.	PARAMETER	KADAR MAKSIMUM (mg/L)	BEBAN PENCEMARAN MAKSIMUM (Kg/ton)
1.	BOD ₅	98,9	49,76
2.	COD	173,21	87,125
3.	TSS	97,14	48,86
4.	pH	6,0-9,0	
5.	Debit Maksimum	503 m ³ /hari	

Namun pada pengolahan limbah cair industri kecap dan saos ini belum menggunakan bakteri yang benar-benar spesifik untuk mendegradasi limbah tersebut. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk memperbaiki kualitas limbah cair industri kecap dan saos dengan menggunakan bakteri indigenus yang terdapat pada limbah cair dengan membandingkan pengolahan hari ke 0 dan hari ke 7 dengan parameter Derajat Keasaman (pH), Kebutuhan Oksigen Terlarut (BOD), *Chemical Oxygent Demand* (COD), dan *Total Suspended Solid* (TSS).

C. Derajat Keasaman (pH)

Hasil pengukuran yang dilakukan dengan 4 perlakuan dan 1 kontrol selama 7 hari diperoleh hasil antara pengukuran hari ke 0 dan hari ke 7 mengalami kenaikan. Pada perlakuan kontrol, pH pada hari ke 0 sebesar 6,18 dan mengalami kenaikan pada hari ke 7 menjadi sebesar 8,00. Pada perlakuan 1, pH pada hari ke 0 sebesar 6,12 dan mengalami kenaikan pada hari ke 7 menjadi sebesar 8,02. Pada perlakuan 2, pH pada hari ke 0 sebesar 5,95 dan mengalami kenaikan pada hari ke 7 menjadi sebesar 7,97. Pada perlakuan 3,

pH pada hari ke 0 sebesar 6,13 dan mengalami kenaikan pada hari ke 7 menjadi sebesar 8,07. Pada perlakuan 4, pH pada hari ke 0 sebesar 6,12 dan mengalami kenaikan pada hari ke 7 menjadi sebesar 8,10. Perbandingan antara nilai Derajat Keasaman (pH) hari ke 0 dan Hari ke 7 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Batang Perubahan Nilai Derajat Keasaman (pH) Selama 7 Hari dengan 5 Variasi Perlakuan

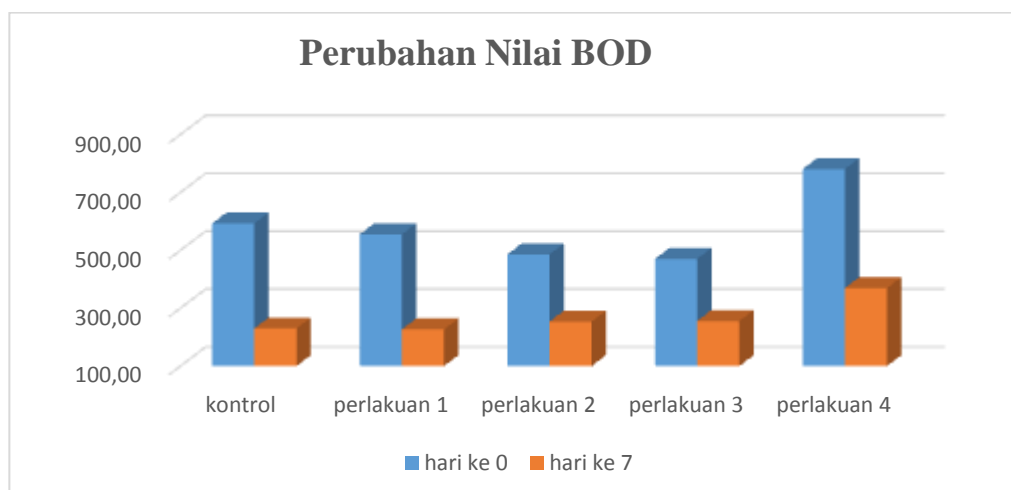
Nilai derajat keasaman (pH) mengalami peningkatan setelah 7 hari pengolahan limbah. Kenaikan pH terjadi di semua perlakuan baik kontrol maupun keempat perlakuan penambahan bakteri indigenus. Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi aktivitas bakteri indigenus dalam mendegradasi limbah cair industri kecap dan saos yang di dalamnya terkandung bahan organik seperti protein, karbohidrat, dan lemak. Protein dan bahan organik yang terkandung pada limbah digunakan bakteri indigenus sebagai nutrisi untuk kelangsungan hidupnya dan mampu dalam mendegradasi limbah. Degradasi protein dan nitrogen organik yang menjadi amonium (NH_4) dapat menaikkan pH menjadi basa (Polprasert, 1989).

Nilai pH sebelum dan setelah dilakukan pengolahan limbah jika mengacu pada Baku Mutu Air Limbah Industri campuran Kecap dan Saos Menurut

Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012, nilai pH sudah tergolong baik karena baku mutu yang ditetapkan adalah 6-9.

D. Kebutuhan Oksigen Terlarut (BOD)

Hasil pengukuran yang dilakukan dengan 4 perlakuan dan 1 kontrol selama 7 hari diperoleh hasil antara pengukuran hari ke 0 dan hari ke 7 mengalami penurunan. Pada perlakuan kontrol, BOD pada hari ke 0 sebesar 592,7 mg/l dan mengalami penurunan pada hari ke 7 menjadi 229,9 mg/l. Pada perlakuan 1, BOD pada hari ke 0 sebesar 555,20 mg/l dan mengalami penurunan pada hari ke 7 menjadi sebesar 226,50 mg/l. Pada perlakuan 2, BOD pada hari ke 0 sebesar 485,70 mg/l dan mengalami penurunan pada hari ke 7 menjadi sebesar 253,70 mg/l. Pada perlakuan 3, BOD pada hari ke 0 sebesar 470 mg/l dan mengalami penurunan pada hari ke 7 menjadi sebesar 255,50 mg/l. Pada perlakuan 4, BOD pada hari ke 0 sebesar 780 mg/l dan mengalami penurunan pada hari ke 7 menjadi sebesar 369,10 mg/l. Perbandingan antara nilai Kebutuhan Oksigen Terlarut (BOD) hari ke 0 dan Hari ke 7 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Batang Perubahan Kebutuhan Oksigen Terlarut (BOD) Selama 7 Hari dengan 5 Variasi Perlakuan

Nilai BOD mengalami penurunan setelah 7 hari mengalami pengolahan limbah. Penurunan nilai BOD terjadi di semua perlakuan baik kontrol ataupun perlakuan variasi penambahan isolat bakteri indigenus. Namun pada perlakuan 4 (variasi penambahan bakteri AY1, AY2, AY3 seimbang), rentang penurunan nilai BOD lebih besar diantara perlakuan yang lain. Hal ini menandakan penggunaan oksigen oleh bakteri indigenus pada perlakuan 4 digunakan secara maksimal dalam proses degradasi limbah yang mengandung zat organik dan karena jumlah bakterinya seimbang sehingga tidak menimbulkan interaksi antar bakteri yang menimbulkan persaingan dalam memperoleh nutrisi yang dibutuhkan (Waluyo, 2004).

Menurut Mahida (1984), semakin banyak zat organik yang diuraikan oleh bakteri, maka semakin banyak pula pemakaian oksigen dalam air. Reaksi yang dihasilkan adalah :

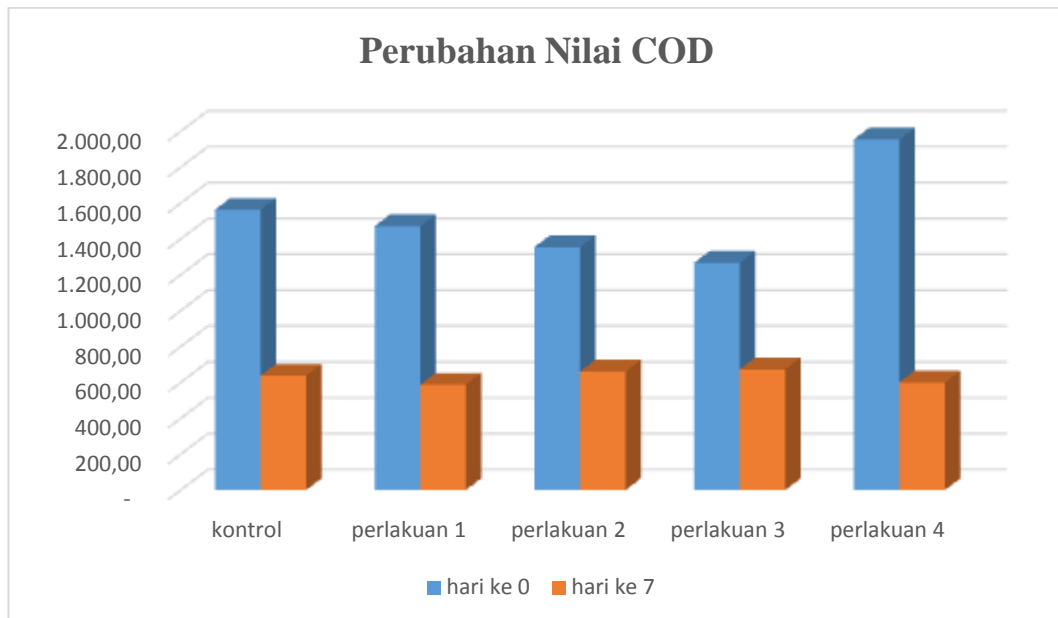


Penurunan nilai BOD di semua perlakuan juga dipengaruhi oleh perlakuan aerasi. Perlakuan aerasi ini menyebabkan proses dekomposisi bahan organik berlangsung secara terus menerus. Proses dekomposisi bahan organik ini berlangsung terus menerus selama kandungan oksigen terlarut masih ada dalam limbah hingga mencapai nol dan mikroorganisme mati (Romayanto dkk., 2006).

Nilai BOD setelah dilakukan pengolahan limbah jika mengacu pada Baku Mutu Air Limbah Industri campuran Kecap dan Saos Menurut Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012, belum tergolong baik karena hasil pengukuran setelah pengolahan limbah masih di atas baku mutu. Baku mutu yang ditetapkan adalah 98,9 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa limbah belum aman dibuang ke badan air jika dilihat berdasarkan baku mutu parameter BOD. Namun, perubahan BOD yang terjadi antara pengukuran hari ke 0 dan hari ke 7 menunjukkan bahwa variasi bakteri pada tiap perlakuan yang ditambahkan bekerja dalam proses degradasi limbah cair industri kecap dan saos dengan memanfaatkan oksigen untuk menguraikan kandungan organik yang terdapat pada limbah tersebut.

E. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Hasil pengukuran yang dilakukan dengan 4 perlakuan dan 1 kontrol selama 7 hari diperoleh hasil antara pengukuran hari ke 0 dan hari ke 7 mengalami penurunan. Pada perlakuan kontrol, COD pada hari ke 0 sebesar 1562,90 mg/l dan mengalami penurunan pada hari ke 7 menjadi 637,70 mg/l. Pada perlakuan 1, COD pada hari ke 0 sebesar 1471,30 mg/l dan mengalami penurunan pada hari ke 7 menjadi sebesar 587,70 mg/l. Pada perlakuan 2, COD pada hari ke 0 sebesar 1354,60 mg/l dan mengalami penurunan pada hari ke 7 menjadi sebesar 660,60 mg/l. Pada perlakuan 3, COD pada hari ke 0 sebesar 1267,10 mg/l dan mengalami penurunan pada hari ke 7 menjadi sebesar 673,10 mg/l. Pada perlakuan 4, COD pada hari ke 0 sebesar 1954,60 mg/l dan mengalami penurunan pada hari ke 7 menjadi sebesar 600,20 mg/l. Perbandingan antara nilai *Chemical Oxygen Demand (COD)* hari ke 0 dan Hari ke 7 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Batang Perubahan *Chemical Oxygen Demand (COD)* Selama 7 Hari dengan 5 Variasi Perlakuan

Nilai COD mengalami penurunan setelah 7 hari mengalami pengolahan limbah. Penurunan nilai COD terjadi di semua perlakuan baik kontrol

ataupun perlakuan variasi penambahan isolat bakteri indigenus. Penurunan nilai COD dari hari ke 0 ke hari ke 7 di semua perlakuan pada penelitian ini terjadi karena oksigen digunakan bakteri indigenus untuk melakukan aktivitas mengurai senyawa-senyawa organik kompleks menjadi lebih sederhana. Dalam kondisi aerobik, peranan oksigen adalah mengoksidasi bahan organik dengan hasil akhirnya nutrien. Nutrien yang dihasilkan digunakan oleh bakteri indigenus sebagai energi dan zat-zat organik kompleks dioksidasi menjadi lebih sederhana. Dalam penguraian menjadi senyawa sederhana melalui proses dekomposisi bahan organik yang terbagi menjadi 2 tahap yaitu bahan organik diurai menjadi bahan anorganik. Bahan anorganik yang tidak stabil kemudian mengalami oksidasi menjadi anorganik stabil. (Farikhah, 2012).

Dalam proses penguraian dan oksidasi ini membutuhkan oksigen yang cukup sehingga nilai COD menurun. Bakteri indigenus yang terdapat pada perlakuan kontrol maupun perlakuan penambahan isolat bakteri menyerap ion-ion berupa nitrogen, fosfat, nitrat, dan lain-lain yang terkandung pada limbah cair kecap dan saos. Akibat berkurangnya senyawa organik dan anorganik yang ada pada limbah tersebut, secara tidak langsung mengurangi jumlah mikroorganisme yang menguraikan bahan organik tersebut karena berkurang juga nutrisi yang dibutuhkan bakteri indigenus dalam mendegradasi limbah dan nilai COD menjadi turun (Nurkemalasar dkk, 2013).

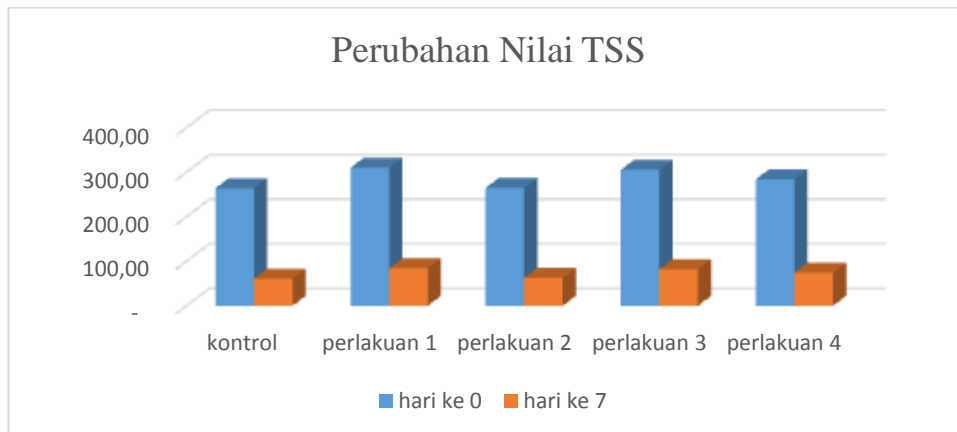
Namun berdasarkan penurunan kadar COD, penurunan signifikan terjadi pada perlakuan 4 (variasi penambahan bakteri AY1, AY2, AY3 seimbang). Hal ini menandakan proses oksidasi zat organik maupun anorganik oleh bakteri indigenus pada perlakuan 4 digunakan secara maksimal dalam proses degradasi limbah dan karena jumlah bakterinya seimbang sehingga tidak menimbulkan interaksi antar bakteri yang menimbulkan persaingan dalam memperoleh nutrisi dan oksigen yang dibutuhkan (Waluyo, 2004).

Nilai COD setelah dilakukan pengolahan limbah jika mengacu pada Baku Mutu Air Limbah Industri campuran Kecap dan Saos Menurut

Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012, belum tergolong baik karena hasil pengukuran setelah pengolahan limbah masih jauh di atas baku mutu. Baku mutu yang ditetapkan adalah 173,21 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa limbah belum aman dibuang ke badan air jika dilihat berdasarkan baku mutu parameter COD. Namun, penurunan nilai COD yang terjadi antara pengukuran hari ke 0 dan hari ke 7 menunjukkan bahwa variasi bakteri pada tiap perlakuan yang ditambahkan bekerja dalam proses degradasi limbah cair industri kecap dan saos dengan memanfaatkan oksigen untuk menguraikan kandungan organik maupun anorganik secara kimiawi yang terdapat pada limbah tersebut.

F. *Total Suspended Solid (TSS)*

Hasil pengukuran yang dilakukan dengan 4 perlakuan dan 1 kontrol selama 7 hari diperoleh hasil antara pengukuran hari ke 0 dan hari ke 7 mengalami penurunan. Pada perlakuan kontrol, TSS pada hari ke 0 sebesar 246,00 mg/l dan mengalami penurunan pada hari ke 7 menjadi 61,30 mg/l. Pada perlakuan 1, TSS pada hari ke 0 sebesar 310,00 mg/l dan mengalami penurunan pada hari ke 7 menjadi sebesar 84,00 mg/l. Pada perlakuan 2, TSS pada hari ke 0 sebesar 264,70 mg/l dan mengalami penurunan pada hari ke 7 menjadi sebesar 62,70 mg/l. Pada perlakuan 3, TSS pada hari ke 0 sebesar 305,30 mg/l dan mengalami penurunan pada hari ke 7 menjadi sebesar 82,00 mg/l. Pada perlakuan 4, TSS pada hari ke 0 sebesar 284,30 mg/l dan mengalami penurunan pada hari ke 7 menjadi sebesar 74,30 mg/l. Perbandingan antara nilai *Total Suspended Solid (TSS)* hari ke 0 dan Hari ke 7 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Batang Perubahan *Total Suspended Solid* (TSS) Selama 7 Hari dengan 5 Variasi Perlakuan

Nilai TSS mengalami penurunan setelah 7 hari mengalami pengolahan limbah. Penurunan nilai TSS terjadi di semua perlakuan baik kontrol ataupun perlakuan variasi penambahan isolat bakteri indigenus. Penurunan nilai TSS di semua perlakuan pada penelitian ini pada hari ke 0 dan hari ke 7 disebabkan karena mikroorganisme yang terdapat pada limbah cair kecap dan saos dapat menggunakan padatan tersuspensi yang berupa bahan organik untuk nutrisinya agar dapat hidup, berkembangbiak dan mampu meningkatkan aktivitasnya dalam mendegradasi limbah. Padatan tersuspensi bahan organik yang tidak digunakan sebagai nutrisi oleh bakteri akan mengalami pembusukan dan bahan padatnya akan mengapung oleh adanya dorongan gas yang menyebabkan bau (Megasari dkk, 2012).

Namun berdasarkan persentase penurunan TSS, penurunan signifikan terjadi pada perlakuan kontrol (tidak ada penambahan bakteri). Hal ini disebabkan karena jumlah partikel organik maupun anorganik pada perlakuan kontrol lebih sedikit dibanding perlakuan lain. Perlakuan lain memiliki partikel lebih banyak karena adanya penambahan isolat bakteri yang dapat menyebabkan naiknya jumlah partikel dalam air limbah. Menurut Soemirat (2004), Zat Padat Tersuspensi (TSS) dalam air terdiri dari komponen hidup (Biotik) dan mati (abiotik) yang di dalamnya meliputi fitoplankton, zooplankton, bakteri, fungi ataupun partikel-partikel anorganik lainnya.

Nilai TSS setelah dilakukan pengolahan limbah jika mengacu pada Baku Mutu Air Limbah Industri campuran Kecap dan Saos Menurut Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012, tergolong baik karena hasil pengukuran setelah pengolahan limbah sudah di bawah baku mutu. Baku mutu yang ditetapkan adalah 97,14 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa limbah aman dibuang ke badan air jika dilihat berdasarkan baku mutu parameter TSS. Hal ini menunjukkan bahwa semua perlakuan baik kontrol maupun variasi penambahan isolat bakteri dapat menurunkan kadar TSS. Perlakuan kontrol bisa menurunkan nilai TSS karena di dalam limbah tersebut sudah terdapat bakteri indigenus yang bertahan hidup dan mampu menggunakan partikel-partikel organik yang ada sebagai nutrisinya. Sedangkan pada perlakuan variasi pun mampu menurunkan nilai TSS karena isolat bakteri yang ditambahkan mampu beradaptasi dengan limbah dan memanfaatkan partikel-partikel organik yang terdapat pada limbah sebagai nutrisi sehingga bakteri tersebut mampu melakukan aktifitas degradasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Tiga Isolat bakteri Indigenus yang paling dominan pada limbah cair industri kecap dan saos PT. Lombok Gandaria adalah AY1 yang menyerupai genus *Pseudomonas* sp., AY2 yang menyerupai genus *Bacillus* sp., dan AY3 yang menyerupai genus *Staphylococcus* sp.
2. Ketiga isolat bakteri dominan memiliki potensi dalam memperbaiki kualitas limbah cair industri kecap dan saos PT. Lombok Gandaria yang mampu menurunkan kadar Kepadatan Oksigen Terlarut (BOD) sebesar 52,69%, dapat menurunkan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) sebesar 69,29%, dan dapat menurunkan Kadar *Total Suspended Solid* (TSS) sebesar 73,87%.
3. Variasi bakteri indigenus dominan yang paling baik dalam memperbaiki kualitas limbah cair industri kecap dan saos PT. Lombok Gandaria adalah variasi bakteri perlakuan 4 yaitu dengan Variasi AY1 yang menyerupai

Pseudomonas sp. sebesar 33%, AY2 yang menyerupai *Bacillus* sp. sebesar 33%, dan AY3 yang menyerupai *Staphylococcus* sp. sebesar 33%.

Saran :

1. Identifikasi bakteri indigenus dominan menjadi lebih spesifik hingga tingkat spesies untuk memastikan spesies bakterinya.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan penambahan jenis dan jumlah bakteri yang berperan dalam proses mendegradasi limbah cair industri kecap dan saos agar limbah menjadi di bawah baku mutu.
3. Perlu dilakukan penelitian tentang lama waktu proses degradasi menggunakan bakteri hingga limbah menjadi di bawah baku mutu.

DAFTAR PUSTAKA

- Farikhah, A. 2012. Uji Kemampuan *Chorella* sp. Sebagai Bioremediator Limbah Cair Tahu. *Skripsi S-1*. Universitas Islam Indonesia Malang, Malang.
- Ginting, P. 1995. *Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Industri*. Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.
- Indriyati, 1997. *Optimasi Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kecap Secara Biologi Menggunakan Reaktor Tipe Fixed Bed*. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Mahida, U. N. 1984. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*. CV. Rajawali, Jakarta.
- Megasari, R., Biyatmoko, D., Ilham, W., Hadie, J. 2012. Identifikasi Keragaman Jenis Bakteri Pada Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Minuman Dengan Lumpur Aktif Limbah Tahu. *Envire Scienteae* 8 : 89-101.
- Nurkemalasar, R., Sutisna, M., Wardhani, E. 2013. Fitoremediasi Limbah Cair Tapioka dengan Menggunakan Tumbuhan Kangkung Air (*Ipomoea aquatic*). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional* 2(1) : 1-12.
- Peraturan Daerah Provinsi Jawa tengah Nomor 5. 2012. *Baku Mutu Air Limbah untuk Industri*. Jawa Tengah.
- Polprasert, C. 1989. *Organic Waste Recycling*. Inc. Indonesia.

- Romayanto, M.E., Wiryanto, W., dan Sajidan. 2006. Pengolahan Limbah Domestik dengan aerasi dan penambahan bakteri *Pseudomonas putida*. *Bioteknologi* 3 : 42-49
- Soemirat. 2004. *Kesehatan Lingkungan*. UGM Press. Yogyakarta.
- Sri Harti, A., Handayani, D., Puji Astuti, H., 2014. IbM Usaha Kecap dan Saus Prebiotik Pemanfaatan Chito-Oliogosaccharide (COS) Sebagai Prebiotik dan Pengawet pada Kecap dan Saus. Dalam *Seminar Nasional XI Pendidikan Biologi FKIP UNS*. Semarang, 2014.
- Waluyo, L. 2004. *Mikrobiologi Umum*. UMM Press, Malang.