

**EFEKTIVITAS PENGOLAHAN AIR LIMBAH
INDUSTRI KECAP MENJADI AIR BERSIH
MENGUNAKAN *SEQUENCING BATCH REACTOR*
(SBR), ADSORPSI DAN OKSIDASI**

SKRIPSI



Oleh :

MOCHAMMAD RIFKI FIAKHSANI TAQWIM

NPM 21034010073

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2025**

**EFEKTIVITAS PENGOLAHAN AIR LIMBAH
INDUSTRI KECAP MENJADI AIR BERSIH
MENGUNAKAN *SEQUENCING BATCH REACTOR*
(SBR), ADSORPSI DAN OKSIDASI**

SKRIPSI



Oleh :

MOCHAMMAD RIFKI FIAKHSANI TAQWIM

NPM 21034010073

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2025**

**EFEKTIVITAS PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI
KECAP MENJADI AIR BERSIH MENGGUNAKAN
SEQUENCING BATCH REACTOR (SBR), ADSORPSI DAN
OKSIDASI**

SKRIPSI



Oleh :

MOCHAMMAD RIFKI FIAKHSANI TAOWIM
NPM 21034010073

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2025**

**EFEKTIVITAS PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI
KECAP MENJADI AIR BERSIH MENGGUNAKAN
SEQUENCING BATCH REACTOR (SBR), ADSORPSI DAN
OKSIDASI**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Program Studi Teknik Lingkungan.

Diajukan Oleh :

MOCHAMMAD RIFKI FLAKHSANI TAOWIM

NPM 21034010073

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA**

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

EFEKTIVITAS PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI KECAP MENJADI AIR BERSIH MENGGUNAKAN *SEQUENCING BATCH REACTOR* (SBR), ADSORPSI DAN OKSIDASI

Disusun Oleh:


Mochammad Rifki Flakhsani Taqwim
NPM 21034010073

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Pembimbing


Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T.
NIP. 19681126 199403 2 001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


Prof. Dr. Dra. Jarivah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

EFEKTIVITAS PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI
KECAP MENJADI AIR BERSIH MENGGUNAKAN
SEQUENCING BATCH REACTOR (SBR), ADSORPSI DAN
OKSIDASI

Disusun Oleh

Mochammad Rifki Fiakhsani Taqwim

NPM 21034010073

Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada Jurnal
Serambi Engineering (Terakreditasi Sinta 4)

Volume X, Nomor 4, Oktober 2025

Menyetujui,

TIM PENGUJI

Pembimbing

1. Ketua

Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T.
NIP. 19681126 199403 2 001

Mohamad Mirwan, S.T., M.T.
NIP. 19760212 202121 1 004

2. Anggota

Aussie Amalia, S.T., M.Sc.
NPT. 172 1992 1124 059

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Prof. Dr. Dra. Jarivah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR REVISI

**EFEKTIVITAS PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI
KECAP MENJADI AIR BERSIH MENGGUNAKAN
SEQUENCING BATCH REACTOR (SBR), ADSORPSI DAN
OKSIDASI**

Disusun Oleh:


Mochammad Rizki Flakhani Tagwim
NPM 21034010073

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal September 2025

TIM PENILAI

KETUA


Mohamad Mikwan, S.T., M.T.
NIP. 19760212 202121 1 004

ANGGOTA


Aussie Amalia, S.T., M.Sc.
NPT. 172 1992 1124 059

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mochammad Rifki Fiakhsani Taqwim
NPM : 21034010073
Fakultas : Teknik dan Sains
Program Studi : Teknik Lingkungan
Email : mrifkift@gmail.com
Judul Skripsi/ Tugas Akhir : Efektivitas Pengolahan Air Limbah Industri
Kecap menjadi Air Bersih menggunakan
Sequencing Batch Reactor (SBR), Adsorpsi dan
Oksidasi

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi akhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apa pun, sesuai ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 12 September 2025



(Mochammad Rifki Fiakhsani Taqwim)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia, dan kemudahan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul: “Efektivitas Pengolahan Air Limbah Industri Kecap Menjadi Air Bersih Menggunakan *Sequencing Batch Reactor* (SBR), Adsorpsi dan Oksidasi”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.

Penulisan skripsi ini tentunya tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, UPN “Veteran” Jawa Timur;
2. Firra Rosariawari, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Sains, UPN “Veteran” Jawa Timur;
3. Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T., selaku dosen pembimbing dan dosen wali yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan selama proses penyusunan skripsi berlangsung;
4. Juli Winarti, S.T., selaku laboran Program Studi Teknik Lingkungan, yang telah membantu dalam proses analisis laboratorium;
5. Mohammad Mirwan., S.T., M.T. dan Aussie Amalia, S.T., M.Sc. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran yang konstruktif untuk penyempurnaan skripsi ini.
6. Orang tua dan keluarga tercinta yang dengan ketulusan hati senantiasa mendoakan, memberikan dukungan moril, kasih sayang, serta semangat dan nasihat yang tak ternilai selama proses penyusunan skripsi ini
7. Teman-teman seperjuangan Teknik Lingkungan angkatan 2021, khususnya Melinda yang telah menjadi bagian dari perjalanan akademik saya, khususnya selama masa penelitian;

8. Segenap pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu namun telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh dosen dan staf Program Studi Teknik Lingkungan atas ilmu dan pengalaman yang telah diberikan selama masa studi. Penulis menyadari bahwa skripsi ini kemungkinan masih memiliki berbagai kekurangan. Oleh karena itu, penulis dengan rendah hati menerima setiap kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan di masa yang akan datang. Diharapkan, skripsi ini dapat memberikan kontribusi, baik bagi perkembangan ilmu pengetahuan maupun sebagai sumber referensi bagi penelitian-penelitian berikutnya.

Surabaya, 27 Agustus 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Umum	5
2.1.1 Proses Produksi Kecap.....	5
2.1.2 Karakteristik air limbah kecap	6
2.1.3 Baku Mutu Air	7
2.1.4 Pengolahan Limbah Secara Biologis	9
2.1.5 Proses Lumpur Aktif (<i>Acvtivated Sludge</i>).....	10
2.1.6 Pengolahan Tersier (<i>Tertiary Treatment</i>)	11
2.2 Landasan Teori.....	11
2.2.1 <i>Sequencing Batch Reactor</i> (SBR)	11
2.2.2 Hidrogen Peroksida.....	15
2.2.3 Adsorpsi	17
2.2.4 Adsorben Karbon Aktif.....	20
2.2.5 Karbon Aktif Cangkang Kepiting	23
2.3 Penelitian Terdahulu	24
BAB III METODE PENELITIAN	28
3.1 Kerangka Penelitian	28

3.1.1	Alur Proses Penelitian	31
3.2	Bahan dan Peralatan Penelitian	33
3.3	Prosedur Kerja.....	35
3.3.1	Seeding dan Aklimatisasi Lumpur Aktif.....	35
3.3.2	Pembuatan Karbon aktif.....	35
3.3.3	Proses Running	36
3.4	Variabel Penelitian	37
3.5	Analisa Data dan Pembahasan	42
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1	Analisis Efektivitas Variasi HRT Pada Unit SBR	44
4.1.1	Seeding Dan Aklimatisasi Bakteri Lumpur Aktif.....	44
4.1.2	Efektivitas SBR Ditinjau dari Analisis Parameter Penelitian	46
4.2	Analisis Efektivitas Variasi Dosis Pada Unit Injeksi H ₂ O ₂	52
4.2.1	Efektivitas Injeksi H ₂ O ₂ Ditinjau Dari Parameter Penelitian.....	53
4.3	Analisis Efektivitas Variasi Jenis Adsorben Pada Unit Adsorpsi.....	57
4.3.1	Efektivitas Jenis Adsorben Ditinjau dari Parameter Penelitian. ...	60
4.4	Perbandingan Pengolahan Lanjutan Oksidasi H ₂ O ₂ dan Adsorpsi	66
4.5	Analisis ANOVA Pada SBR, Injeksi H ₂ O ₂ dan Adsorpsi.....	71
4.5.1	Uji ANOVA, Pengaruh HRT SBR terhadap Parameter	71
4.5.2	Uji ANOVA, Pengaruh Dosis H ₂ O ₂ terhadap Parameter	72
4.5.3	Uji ANOVA, Pengaruh Jenis Adsorben Terhadap Parameter	74
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	76
5.1	Kesimpulan	76
5.2	Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA		78
LAMPIRAN A	HASIL ANALISIS.....	95
LAMPIRAN B	PERHITUNGAN DAN PROSEDUR KERJA.....	102
LAMPIRAN C	DOKUMENTASI PENELITIAN	109

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Bersih Kelas II	9
Tabel 2.2 Kriteria Skema Proses SBR.....	14
Tabel 2.3 Kriteria Desain Perencanaan Unit SBR.....	14
Tabel 2.4 Persyaratan Standart Karbon Aktif.....	21
Tabel 2.5 Jurnal Penelitian Terdahulu	25
Tabel 3.1 Neraca Massa Unit SBR.....	31
Tabel 3.2 Neraca Massa Unit Adsorpsi.....	32
Tabel 3.3 Neraca Massa Unit Injeksi H ₂ O ₂	33
Tabel 3.4 Spesifikasi Desain Reaktor <i>Sequencing Batch Reaktor</i>	33
Tabel 3.5 Spesifikasi Desain Reaktor Adsorpsi	34
Tabel 3.6 Spesifikasi Desain Reaktor Oksidasi Hidrogen Peroksida.....	34
Tabel 3.7 Pembagian Waktu HRT Unit SBR Pada Penelitian	38
Tabel 3.8 Matriks Variabel Penelitian.....	39
Tabel 4.1 Komposisi Air Limbah Saat Proses Aklimatisasi	45
Tabel 4.2 Hasil Uji Parameter pada Reaktor SBR	47
Tabel 4.3 Hasil Uji Parameter pada Injeksi Hidrogen Peroksida.....	52
Tabel 4.4 Hasil Uji Standart Karbon Aktif (PAC) Komersial	57
Tabel 4.5 Hasil Uji Standart Karbon Aktif dari Cangkang Kepiting	59
Tabel 4.6 Hasil Uji Parameter pada Proses Adsorpsi.....	61
Tabel 4.7 Hasil SBR Terbaik Terhadap Penurunan Parameter Penelitian	66
Tabel 4.8 Perbandingan Hasil Pengolahan dengan Adsorpsi dan Oksidasi	67
Tabel 4.9 Persen Removal Hasil Kombinasi Pengolahan Terbaik.....	69
Tabel 4.10 Rekapitulasi Hasil Kombinasi Pengolahan Air Limbah.....	69
Tabel 4.11 Hasil Data ANOVA, Pengaruh HRT SBR terhadap Parameter Uji... 71	71
Tabel 4.12 Hasil Data ANOVA, Pengaruh Dosis H ₂ O ₂ Terhadap Parameter	73
Tabel 4.13 Hasil Data ANOVA, Pengaruh Jenis Adsorben Terhadap Parameter	74
Tabel A-1 Hasil Uji Awal dan Baku Mutu Air Limbah Industri Kecap	95
Tabel A-2 Hasil Analisis Proses Seeding.....	95
Tabel A-3 Hasil Analisis Proses Aklimatisasi	95

Tabel A-4 Hasil Rekap Analisis Proses Aklimatisasi	96
Tabel A-5 Hasil Analisis Proses Aklimatisasi Kondisi Oxic dan Anoxic	96
Tabel A-6 Hasil Uji Parameter Kontrol (Sequencing Batch Reaktor)	97
Tabel A-7 Hasil Uji Parameter Kontrol (Pengolahan Lanjutan)	97
Tabel A-8 Hasil Uji COD (<i>Sequencing Batch Reaktor</i>).....	98
Tabel A-9 Hasil Uji COD (Pengolahan Lanjutan)	98
Tabel A-10 Hasil Uji TSS (<i>Sequencing Batch Reaktor</i>)	98
Tabel A-11 Hasil Uji TSS (Pengolahan Lanjutan).....	99
Tabel A-12 Hasil Uji TDS (<i>Sequencing Batch Reaktor</i>).....	99
Tabel A-13 Hasil Uji TDS (Pengolahan Lanjutan)	100
Tabel A-14 Hasil Uji Total Nitrogen (<i>Sequencing Batch Reaktor</i>)	100
Tabel A-15 Hasil Uji Total Nitrogen (Pengolahan Lanjutan)	101
Tabel A-16 Hasil Uji Standart Karbon Aktif Komersil	101
Tabel A-17 Hasil Uji Standart Karbon Aktif Cangkang Kepiting	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Baku Mutu Air Limbah Kecap	8
Gambar 2.2 Skema Unit Pengolahan Lumpur Aktif	10
Gambar 2.3 Mekanisme Proses Sequencing Batch Reaktor	12
Gambar 2.4 Mekanisme Adsorpsi	18
Gambar 2.5 Analisa SEM Kitosan Cangkang Kepiting	24
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian.....	30
Gambar 3.2 Desain Reaktor Penelitian Tampak Samping	41
Gambar 3.3 Desain Reaktor Penelitian Tampak Atas	41
Gambar 3.4 Desain SBR (<i>Sequencing Batch Reactor</i>).....	42
Gambar 3.5 Desain Pengolahan Lanjutan Adsorpsi dan Oksidasi H_2O_2	42
Gambar 4.1 Grafik Persen Removal COD saat Proses Aklimatisasi	46
Gambar 4.2 Grafik Konsentrasi Parameter pada HRT Unit SBR	47
Gambar 4.3 Grafik Persen Penyisihan Parameter pada HRT Unit SBR	48
Gambar 4.4 Grafik Nilai DO, pH dan Suhu pada setiap HRT Unit SBR.....	51
Gambar 4.5 Grafik Konsentrasi Parameter pada Injeksi H_2O_2	53
Gambar 4.6 Grafik Persentase Penyisihan Parameter pada Injeksi H_2O_2	54
Gambar 4.7 Grafik Nilai DO, pH dan Suhu pada Dosis Injeksi H_2O_2	56
Gambar 4.8 Hasil Uji SEM Karbon Aktif Komersial	58
Gambar 4.9 Cara Pembuatan Karbon Aktif dari cangkang kepiting.....	59
Gambar 4.10 Hasil Uji SEM Karbon Aktif Cangkang Kepiting pada perbesaran : (a) 50 μm , (b) 20 μm , (c) 10 μm , dan (d) 5 μm	60
Gambar 4.11 Grafik Nilai Konsentrasi Parameter Analisis pada Adsorpsi	61
Gambar 4.12 Grafik Persentase Penyisihan Parameter Analisis pada Adsorpsi .	62
Gambar 4.13 Grafik Nilai DO, pH dan Suhu pada Variasi Adsorben.....	65
Gambar 4.14 Hasil Pengolahan : (a) Injeksi Hidrogen Peroksida, (b) Adsorpsi .	68

ABSTRAK

Industri kecap menghasilkan limbah cair dengan kandungan bahan organik yang tinggi, warna pekat, serta senyawa kimia berbahaya yang dapat mencemari lingkungan apabila dibuang tanpa pengolahan memadai. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas kombinasi proses biologis menggunakan *Sequencing Batch Reactor* (SBR) sebagai pretreatment dengan pengolahan lanjutan melalui oksidasi menggunakan hidrogen peroksida dan proses adsorpsi menggunakan karbon aktif dari cangkang kepiting. Metode yang digunakan melibatkan variasi waktu retensi hidrolik (HRT) pada unit SBR (24, 36, dan 48 jam), variasi dosis hidrogen peroksida (0,25; 0,5; dan 1 mL/L), serta variasi jenis adsorben (PAC komersial dan karbon aktif alami dari cangkang kepiting). Hasil penelitian menunjukkan bahwa SBR dengan HRT 48 jam memberikan efisiensi penyisihan tertinggi terhadap COD (83,3%), TSS (78,5%), TDS (70,1%), dan TN (73%), dengan hasil uji ANOVA One Way menunjukkan pengaruh signifikan ($p < 0,05$). Penggunaan hidrogen peroksida pada dosis 1 mL/L mampu menurunkan COD sebesar 70,3% dan TN sebesar 70%, sedangkan adsorpsi dengan karbon aktif dari cangkang kepiting menunjukkan efisiensi tertinggi dengan penyisihan COD mencapai 87,3%, TSS 96,4%, TDS 85,6%, dan TN 90%. Berdasarkan analisis statistik ANOVA, seluruh perlakuan menunjukkan pengaruh signifikan terhadap penurunan parameter pencemar. Dibandingkan proses oksidasi, metode adsorpsi terbukti lebih efektif dalam menurunkan beban pencemar, namun kedua metode belum sepenuhnya mampu menurunkan COD sesuai baku mutu air bersih berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021. Oleh karena itu, diperlukan optimasi lebih lanjut pada proses biologis di unit SBR serta pengujian parameter tambahan untuk memastikan kualitas effluent memenuhi standar sebagai air bersih. Kombinasi sistem ini berpotensi menjadi solusi alternatif pengolahan limbah cair industri kecap secara efisien dan ramah lingkungan.

Kata Kunci: Air Limbah Industri Kecap, *Sequencing Batch Reactor* (SBR), Hidrogen Peroksida, Adsorpsi

ABSTRACT

The soy sauce industry produces liquid waste with high organic content, dark color, and hazardous chemical compounds that can pollute the environment if disposed of without adequate treatment. This study aims to evaluate the effectiveness of a combination of biological processes using a Sequencing Batch Reactor (SBR) as a pretreatment with further treatment through oxidation using hydrogen peroxide and an adsorption process using activated carbon from crab shells. The method used involves variations in the Hydraulic Retention Time (HRT) in the SBR unit (24, 36, and 48 hours), variations in the dosage of hydrogen peroxide (0.25; 0.5; and 1 mL/L), and variations in the type of adsorbent (commercial PAC and natural activated carbon from crab shells). The results showed that SBR with an HRT of 48 hours provided the highest removal efficiency for COD (83.3%), TSS (78.5%), TDS (70.1%), and TN (73%), with the results of the One Way ANOVA test showing a significant effect ($p < 0.05$). The use of hydrogen peroxide at a dose of 1 mL/L was able to reduce COD by 70.3% and TN by 70%, while adsorption with activated carbon from crab shells showed the highest efficiency with COD removal reaching 87.3%, TSS 96.4%, TDS 85.6%, and TN 90%. Based on ANOVA statistical analysis, all treatments showed a significant effect on reducing pollutant parameters. Compared to the oxidation process, the adsorption method proved more effective in reducing pollutant loads, however, both methods were not fully able to reduce COD according to clean water quality standards based on PP No. 22 of 2021. Therefore, further optimization of the biological process in the SBR unit is needed as well as additional parameter testing to ensure the effluent quality meets the standards for clean water. This system combination has the potential to be an alternative solution for processing liquid waste from the soy sauce industry efficiently and environmentally friendly.

Keywords : Soy Sauce Industrial Wastewater, Sequencing Batch Reactor (SBR), Hydrogen Peroxide, Adsorption