

DAFTAR PUSTAKA

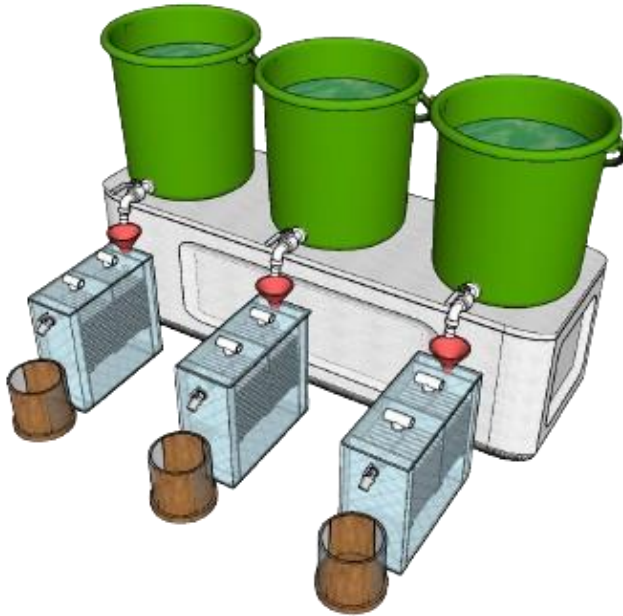
- Ananda, R. A., Hartati, E., & Salafudin, S. (2018). Seeding Dan Aklimatisasi Pada Proses Anaerob Two Stage Sistem Menggunakan Reaktor Fixed Bed. *Jurnal Reka Lingkungan*, 6(1).
- Arifan, F., Setyati, W. A., Broto, W., & Dewi, A. L. (2020). Pemanfaatan Nasi Basi Sebagai Mikro Organisme Lokal (Mol) Untuk Pembuatan Pupuk Cair Organik Di Desa Mendongan Kecamatan Sumowono Kabupaten Semarang. *Jurnal Pengabdian Vokasi*, 1(4), 252-255.
- Badrah, S., Aidina, R. P., & Anwar, A. (2021). Pemanfaatan Effective Microorganisms 4 (Em4) Menggunakan Media Biofilm Untuk Menurunkan Amonia Dan Fosfat Pada Limbah Cair Rumah Sakit. *Faletehan Health Journal*, 8(02), 102-108.
- Baroroh, A., Setyono, P., & Setyaningsih, R. (2015). Analisis Kandungan Unsur Hara Makro Dalam Kompos Dari Serasah Daun Bambu Dan Limbah Padat Pabrik Gula (Blotong). *Bioteknologi*, 12(2), 46-51.
- Foutch, G.L. And Johannes, A.H. 2003. Encyclopedia Of Physical Science and Technology. Edisi 3. Oklohama State University. Oklohama
- Hadi, R. A. (2019). Pemanfaatan Mol (Mikroorganisme Lokal) Dari Materi Yang Tersedia Di Sekitar Lingkungan. *Agroscience (Agsci)*, 9(1), 93.
- Henze, M., Harremoes, P., Arvin, E., & La Cour Jansen, J. (1997). Wastewater Treatment. Biological and Chemical Processes; 2. Rev.
- Jumadi, O., & Caronge, W. (2021). Trichoderma Dan Pemanfaatan. *Penerbit Jurusan Biologi Fmipa Unm Kampus Unm Parang Tambung Jalan Malengkeri Raya. Makassar*
- Kholif. M.A. (2020). *Pengolahan Air Limbah Domestik*. Surabaya: Scopindo
- Khopar, S.M. 2004. Environmental Pollution Moniroting And Control. Jilid 1. New Age International. New Delhi
- Kurnia, D. R. D., Permatasari, I., & Rafika, Y. (2015). Isolasi mikroorganisme anaerob limbah cair tekstil menggunakan desikator sebagai inkubator anaerobik. *Fluida*, 11(1), 26-33.
- Kurniawan, A. (2018). Produksi Mol (Mikroorganisme Lokal) Dengan Pemanfaatan Bahan-Bahan Organik Yang Ada Di Sekitar. *Jurnal Hexagro*, 2(2).
- Metcalf And Eddy. 2008. Wastewater Engineering Treatment and Reuse. Jilid Iv. Mcgraw-Hill. New York

- Nitrat, B., Kekeruhan, P., & Dan, C. Penentuan Kualitas Air Minum Isi Ulang Terhadap Kandungan.
- Nurhidayah, N., & Wahyuningsih, S. (2022). Analisis Pemanfaatan Mikroorganisme Lokal (Mol) Dengan Variasi Standar Mcfarland Pada Pengolahan Limbah Cair Tempat Pelelangan Ikan (Tpi) Gusung Kecamatan Sape Kabupaten Bima. *Sebatik*, 26(1), 41-47.
- Nurliana, N., & Anggraini, N. (2018). Eksplorasi Dan Identifikasi Trichoderma Sp Lokal Dari Rizosfer Bambu Dengan Metode Perangkap Media Nasi. *Jurnal Agrohita: Jurnal Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Tapanuli Selatan*, 2(2), 41-44.
- Parasmita, B. N. (2013). Studi Pengaruh Waktu Tinggal Terhadap Penyisihan Parameter Bod5, Cod Dan Tss Lindi Menggunakan Biofilter Secara Anaerob-Aerob (Studi Kasus: Tpa Ngronggo, Kota Salatiga, Jawa Tengah). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(1), 1-16
- Qatrunada, S. H., Mirwan, M., Kamal, M. F., & Pradhana, A. T. (2024). Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Domestik Pada Unit Pengolahan Biologis Terhadap Parameter Bod Di Industri Pakan Ternak Surabaya. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika*, 3(1), 223-239.
- Said, N. I., & Firly, F. (2005). Uji Performance Biofilter Anaerobik Unggun Tetap Menggunakan Media Biofilter Sarang Tawon Untuk Pengolahan Air Limbah Rumah Potong Ayam. *Jurnal Air Indonesia*, 1(3).
- Said, N. I. (2017). *Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: Penerbit Airlangga
- Saputra. A., (2019). Pengaruh Pemberian Em4 (Effective Microorganisms-4) Dalam Biofilter Untuk Menurunkan Kadar Nitrat Dan Fosfat Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. Universitas Riau: Pekanbaru.
- Sari, K. L., As, Z. A., & Hardiono, H. (2017). Penurunan Kadar Bod, Cod Dan Tss Pada Limbah Tahu Menggunakan Effective Microorganism-4 (Em4) Secara Aerob. *Jurnal Kesehatan Lingkungan: Jurnal Dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan*, 14(1), 449-458.
- Sridamayanti. (2022). *Pembuatan Pupuk Organik Mikro Organisme Lokal*. Kendari: Badan Penyuluh Pertanian Kec. Kendari Barat
- Widiyaningrum, P., & Lisdiana, L. (2013). Perbedaan Fisik Dan Kimia Kompos Daun Yang Menggunakan Bioaktivator Mol Dan Em 4. *Saintekno: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 11(1).

LAMPIRAN

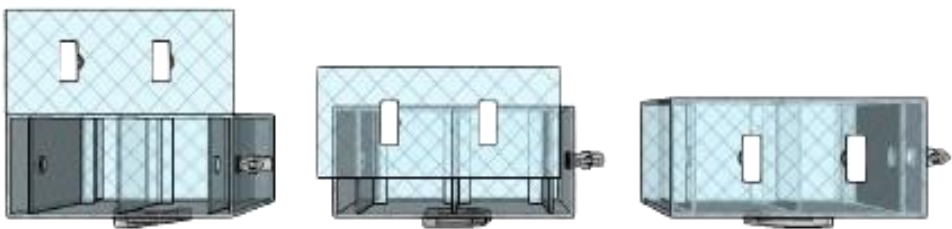
Lampiran 1 Desain reaktor

A. Gambar Unit Pengolahan



B. Gambar desain reaktor

1) Tampak katas



2) Tampak depan



c. Perhitungan perencanaan dimensi reaktor

Bak pengendap awal											
debit air limbah	=	30	l/hari	debit air limbah	=	30	l/hari	debit air limbah	=	30	l/hari
	=	0.03	m ³ /hari		=	0.03	m ³ /hari		=	0.03	m ³ /hari
BOD in	=	300	mg/l	BOD in	=	300	mg/l	BOD in	=	300	mg/l
Efisiensi	=	25%		Efisiensi	=	25%		Efisiensi	=	25%	
BOD out	=	225	mg/l	BOD out	=	225	mg/l	BOD out	=	225	mg/l
waktu tinggal	=	0.5	jam	waktu tinggal	=	0.5	jam	waktu tinggal	=	0.5	jam
Volume bak	=	0.000625	m ³	Volume bak	=	0.000625	m ³	Volume bak	=	0.000625	m ³
	=	625	cm ³		=	625	cm ³		=	625	cm ³
lebar	=	12.5	cm	lebar	=	13.5	cm	lebar	=	14.5	cm
panjang	=	2.5	2 cm	panjang	=	2.5	1.851852 cm	panjang	=	2.5	1.724138 cm
tinggi	=	25	cm	tinggi	=	25	cm	tinggi	=	25	cm
volume cek	=	781.25	cm ³	volume cek	=	843.75	cm ³	volume cek	=	906.25	cm ³

Biofilter anaerob				
BOD in	=	225 mg/l		g/m ³ g/m ³
efisiensi	=	59%		
BOD out	=	91.451 mg/L		
Debit air limbah	=	30 L/hari		21 ml/menit
	=	0.03 m ³ /hari		
	=			
perhitungan	=			
beban BOD per volume media	=	0.4 – 4.7 kg BOD/m ³ .hari		
beban BOD yang digunakan	=	1.5 kg BOD/m ³ .hari		
Beban BOD air limbah	=	6.75 g/hari		
	=	0.0068 kg/hari		
volume media yang diperlukan	=	0.0045 m ³		
	=	4500 cm ³		
volume media	=	60% dari volume reaktor		
volume reaktor yang diperlukan	=	0.0075 m ³		
	=	7500 cm ³		
waktu tinggal dalam reaktor anaerob	=	6 jam		
Dimensi rektor				
Volume reaktor		7500 cm ³		
P:L		1:1		
direncanakan tinggi reaktor	=	25 cm		
L	=	12.5 cm	12.24744871	
P	=	25 cm	24.49489743	
V	=	7812.5 cm ³		
cek waktu tinggal rata-rata	=	0.2604 hari		6.25 jam
Jumlah ruang	=	dibagi menjadi 2 ruangan		
volume media	=	4500 cm ³		
tinggi media	=	14.400 cm		
Efisiensi removal				

BOD in	=		225 mg/l		g/m ³	g/m ³
efisiensi	=		61%			
BOD out	=		87.91263137 mg/L			
Debit air limbah	=		30 L/hari			21 ml/menit
	=		0.03 m ³ /hari			
	=					
perhitungan	=					
beban BOD per volume media	=	0.4 - 4.7	kg BOD/m ³ .hari			
beban BOD yang digunakan	=		1.3 kg BOD/m ³ .hari			
Beban BOD air limbah	=		6.75 g/hari			
	=		0.00675 kg/hari			
volume media yang diperlukan	=		0.005192308 m ³			
	=		5192.307692 cm ³			
volume media	=	60% dari volume reaktor				
volume reaktor yang diperlukan	=		0.008653846 m ³			
	=		8653.846154 cm ³			
waktu tinggal dalam reaktor anaerot	=		7 jam			
Dimensi rektor						
Volume reaktor			8653.85 cm ³			
P:L		1:1				
direncanakan tinggi reaktor	=		25 cm			
L	=		13.5 cm		13.15587029	
P	=		27 cm		26.31174058	
V	=		9112.5 cm ³			
cek waktu tinggal rata-rata	=		0.30375 hari			7.29 jam
Jumlah ruang	=		dibagi menjadi 2 ruangan			
volume media	=		5192.307692 cm ³			
tinggi media	=		14.25 cm			
Efisiensi removal						
BOD in	=		225 mg/l		g/m ³	
efisiensi	=		63%			
BOD out	=		84.10181347 mg/L			
Debit air limbah	=		30 L/hari			21 ml/menit
	=		0.03 m ³ /hari			
	=					
perhitungan	=					
beban BOD per volume media	=	0.4 - 4.7	kg BOD/m ³ .hari			
beban BOD yang digunakan	=		1.1 kg BOD/m ³ .hari			
Beban BOD air limbah	=		6.75 g/hari			
	=		0.00675 kg/hari			
volume media yang diperlukan	=		0.006136364 m ³			
	=		6136.363636 cm ³			
volume media	=	60% dari volume reaktor				
volume reaktor yang diperlukan	=		0.010227273 m ³			
	=		10227.27273 cm ³			
waktu tinggal dalam reaktor anaerot	=		8 jam			
Dimensi rektor						
Volume reaktor			10227.27 cm ³			
P:L		1:1				
direncanakan tinggi reaktor	=		25 cm			
L	=		14.5 cm		14.30193884	
P	=		29 cm		28.60387768	
V	=		10512.5 cm ³			
cek waktu tinggal rata-rata	=		0.350416667 hari			8.4 jam
Jumlah ruang	=		dibagi menjadi 2 ruangan			
volume media	=		6136.363636 cm ³			
tinggi media	=		15 cm			

Bak pengendap akhir											
debit air limbah	=	30	l/hari	debit	=	30	l/hari	debit air l	=	30	l/hari
	=	0.03	m ³ /hari		=	0.03	m ³ /hari		=	0.03	m ³ /hari
BOD in	=	91.45125	mg/l	BOD in	=	87.9126	mg/l	BOD in	=	84.10181	mg/l
Efisiensi	=	25%		Efisien	=	25%		Efisiensi	=	25%	
BOD out	=	68.58844	mg/l	BOD o	=	65.9345	mg/l	BOD out	=	63.07636	mg/l
waktu tinggal	=	0.5	jam	waktu	=	0.5	jam	waktu tinj	=	0.5	jam
Volume bak	=	0.000625	m ³	Volun	=	0.00063	m ³	Volume b	=	0.000625	m ³
	=	625	cm ³		=	625	cm ³		=	625	cm ³
lebar	=	12.5	cm	lebar	=	13.5	cm	lebar	=	14.5	cm
panjang	=	2.5	2 cm	panjang	=	2.5	1.851851852 cm	panjang	=	2.5	1.724138 cm
tinggi	=	25	cm	tinggi	=	25	cm	tinggi	=	25	cm
volume cek	=	781.25	cm ³	volum	=	843.75	cm ³	volume ce	=	906.25	cm ³

Lampiran 2 Laporan Hasil Pengujian



LABORATORIUM KUALITAS AIR
 DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN
 Lantai 3 Gedung Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
 Jln. Poros Malino KM.6, Bonto Marannu (92172) Gowa, Sulawesi Selatan



LAPORAN HASIL PENGUJIAN

Berdasarkan pengujian sampel air yang dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin oleh:

Nama Praktikan : Nurul Barokatunnisa Sumarlin

Jenis Sampel : Air Limbah Domestik

Tanggal Pengambilan Sampel : 24 Juli 2024

Tanggal Analisis Sampel : 24 Juli 2024 – 02 Agustus 2024

Maka dilampirkan hasil pengujian terhadap sampel air sebagai berikut:

A. Parameter pH (SNI 6989.11:2019)

Kode Sampel	Konsentrasi (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)	Keterangan
K1T1 Inlet	6.7	6 - 9	Memenuhi
K1T2 Inlet	6.5		Memenuhi
K1T3 Inlet	6.2		Memenuhi
K2T1 Inlet	6.7		Memenuhi
K2T2 Inlet	6.5		Memenuhi
K2T3 Inlet	6.2		Memenuhi
K3T1 Inlet	6.7		Memenuhi
K3T2 Inlet	6.5		Memenuhi
K3T3 Inlet	6.2		Memenuhi
K1T1 Outlet	7.2		Memenuhi
K1T2 Outlet	7		Memenuhi
K1T3 Outlet	6.9		Memenuhi
K2T1 Outlet	7.2		Memenuhi
K2T2 Outlet	6.9		Memenuhi
K2T3 Outlet	6.8		Memenuhi
K3T1 Outlet	7.6		Memenuhi
K3T2 Outlet	7.3		Memenuhi
K3T3 Outlet	7.1		Memenuhi

Catatan: *) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 68 Tahun 2016

B. Parameter Biological Oxygen Demand (SNI 6989.72:2009)

Kode Sampel	Konsentrasi (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)	Keterangan
K1T1 Inlet	101.2987013	30	Tidak Memenuhi
K1T2 Inlet	126.6233766		Tidak Memenuhi
K1T3 Inlet	136.7532468		Tidak Memenuhi
K2T1 Inlet	111.4285714		Tidak Memenuhi



LABORATORIUM KUALITAS AIR
 DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN
 Lantai 3 Gedung Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
 Jln. Poros Malino KM.6, Bonto Marannu (92172) Gowa, Sulawesi Selatan



Kode Sampel	Konsentrasi (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)	Keterangan
K2T2 Inlet	106.3636364		Tidak Memenuhi
K2T3 Inlet	136.7532468		Tidak Memenuhi
K3T1 Inlet	111.4285714		Tidak Memenuhi
K3T2 Inlet	106.3636364		Tidak Memenuhi
K3T3 Inlet	136.7532468		Tidak Memenuhi
K1T1 Outlet	39.51		Tidak Memenuhi
K1T2 Outlet	43.56		Tidak Memenuhi
K1T3 Outlet	42.55		Tidak Memenuhi
K2T1 Outlet	41.53		Tidak Memenuhi
K2T2 Outlet	36.47		Tidak Memenuhi
K2T3 Outlet	40.52		Tidak Memenuhi
K3T1 Outlet	40.52		Tidak Memenuhi
K3T2 Outlet	34.44		Tidak Memenuhi
K3T3 Outlet	37.48		Tidak Memenuhi

Catatan: *) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 68 Tahun 2016

C. Parameter Chemical Oxygen Demand (6989.15:2019)

Kode Sampel	Konsentrasi (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)	Keterangan
K1T1 Inlet	567.01	100	Tidak Memenuhi
K1T2 Inlet	723.42		Tidak Memenuhi
K1T3 Inlet	782.08		Tidak Memenuhi
K2T1 Inlet	645.22		Tidak Memenuhi
K2T2 Inlet	606.11		Tidak Memenuhi
K2T3 Inlet	786.97		Tidak Memenuhi
K3T1 Inlet	645.22		Tidak Memenuhi
K3T2 Inlet	606.11		Tidak Memenuhi
K3T3 Inlet	786.97		Tidak Memenuhi
K1T1 Outlet	332.38		Tidak Memenuhi
K1T2 Outlet	381.26		Tidak Memenuhi
K1T3 Outlet	410.59		Tidak Memenuhi
K2T1 Outlet	336.02		Tidak Memenuhi
K2T2 Outlet	272.02		Tidak Memenuhi
K2T3 Outlet	256.02		Tidak Memenuhi
K3T1 Outlet	304.02		Tidak Memenuhi
K3T2 Outlet	224.02		Tidak Memenuhi
K3T3 Outlet	192.01		Tidak Memenuhi



LABORATORIUM KUALITAS AIR
 DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN
 Lantai 3 Gedung Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
 Jln. Poros Malino KM.6, Bonto Marannu (92172) Gowa, Sulawesi Selatan



Catatan: *) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 68 Tahun 2016

D. Parameter Total Suspended Solid (SNI 6989.3:2019)

Kode Sampel	Konsentrasi (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)	Keterangan
K1T1 Inlet	68.4	30	Tidak Memenuhi
K1T2 Inlet	187.7		Tidak Memenuhi
K1T3 Inlet	76.0		Tidak Memenuhi
K2T1 Inlet	64.8		Tidak Memenuhi
K2T2 Inlet	175.0		Tidak Memenuhi
K2T3 Inlet	72.0		Tidak Memenuhi
K3T1 Inlet	64.8		Tidak Memenuhi
K3T2 Inlet	175.0		Tidak Memenuhi
K3T3 Inlet	72.0		Tidak Memenuhi
K1T1 Outlet	17.33		Memenuhi
K1T2 Outlet	32.67		Tidak Memenuhi
K1T3 Outlet	10.67		Memenuhi
K2T1 Outlet	9.70		Memenuhi
K2T2 Outlet	24.30		Memenuhi
K2T3 Outlet	9.70		Memenuhi
K3T1 Outlet	9.28		Memenuhi
K3T2 Outlet	18.42		Memenuhi
K3T3 Outlet	6.89		Memenuhi

Catatan: *) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 68 Tahun 2016

Demikian pelaporan hasil pengujian sampel untuk dapat digunakan sebagai mana mestinya.

Gowa, 30 Juli 2024

Mengetahui,

Rektor Universitas Hasanuddin
 Departemen Teknik Lingkungan



Nur Barokatunnisa Sumarlin, S.T
 NIM D131 20 1058

Assisten Laboratorium Kualitas Air
 Departemen Teknik Lingkungan

Nur Barokatunnisa Sumarlin
 NIM D131 20 1058

Lampiran 3 Metode pengujian sampel

A. Parameter Power of Hydrogen (pH)

SNI 6989.11:2019 (2004) Air dan air limbah – Bagian 11 : Cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan pH meter

1. Prinsip Pengujian

Metode pengukuran pH berdasarkan pengukuran aktivitas ion hidrogen secara potensiometri/elektrometri dengan menggunakan pH meter.

2. Alat

- pH meter;
- Gelas piala 250 mL; dan
- Kertas tisu;

3. Bahan

- Larutan contoh uji;
- Air bebas mineral (aquades); dan
- Larutan penyangga (*buffer*).

4. Prosedur Pengujian

a. Kalibrasi pH meter

- 1) Bilas elektroda dengan aquades terlebih dahulu dan
- 2) Lakukan kalibrasi alat pH meter dengan larutan penyangga sesuai instruksi kerja alat.

b. Pengukuran Contoh Uji

- 1) Keringkan elektroda dengan kertas tisu;
- 2) Bilas elektroda dengan aquades;
- 3) Bilas elektroda dengan contoh uji;
- 4) Celupkan elektroda ke dalam contoh uji sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap selama 1 menit; dan
- 5) Catat hasil pembacaan pada tampilan dari pH meter

B. Parameter *Dissolved Oxygen* (DO)

SNI 06-6989.14-2004 Air dan Air limbah – Bagian 14 : Cara uji oksigen terlarut secara yodometri (modifikasi azida)

1. Prinsip Pengujian

Oksigen terlarut bereaksi dengan ion mangan (II) dalam suasana basa menjadi hidroksida mangan dengan valensi yang lebih tinggi (Mn IV). Dengan adanya ion yodida (I^-) dalam suasana asam, ion mangan (IV) akan kembali menjadi ion mangan (II) dengan membebaskan yodin (I_2) yang setara dengan kandungan oksigen terlarut. Yodin yang terbentuk kemudian dititrasi dengan sodium thiosulfat dengan indikator amilum.

2. Alat

- Botol Winkler;
- Statif;
- Klem;
- Buret;
- Pipet volumetrik 1 mL;
- Pipet tetes;
- Gelas ukur 50 mL; dan
- Erlenmeyer;

3. Bahan

- Larutan contoh uji;
- Sodium thiosulfate, $Na_2S_2O_3$;
- Mangan sulfat, $MnSO_4$;
- Larutan Alkali iodida azida, NaOH-KI;
- Indikator Amilum; dan
- Asam sulfat, H_2SO_4 pekat;

4. Prosedur Pengujian

a. Persiapan pengujian

- 1) Sediakan botol Winkler;
- 2) Masukkan contoh uji ke dalam botol Winkler sampai meluap, hati-hati jangan sampai terjadi gelembung udara, kemudian tutup rapat jangan sampai ada gelembung udara di dalam botolnya;
- 3) Lakukan pengujian contoh uji segera setelah contoh uji di ambil.

b. Pengujian oksigen terlarut

- 1) Ambil contoh uji yang sudah disiapkan;
- 2) Tambahkan 1 mL $MnSO_4$ dan 1 mL NaOH-KI dengan ujung pipet tepat di atas permukaan larutan;
- 3) Tutup segera dan homogenkan hingga terbentuk gumpalan sempurna;
- 4) Biarkan gumpalan mengendap 5 menit sampai dengan 10 menit;
- 5) Tambahkan 1 mL H_2SO_4 pekat, tutup dan homogenkan hingga endapan larut sempurna;
- 6) Ambil 50 mL, masukkan ke dalam erlenmeyer;
- 7) Tambahkan 5 tetes indikator amilum;
- 8) Titrasi dengan $Na_2S_2O_3$ sampai warna biru tepat hilang; dan

9) Catat volume larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang digunakan.

5. Perhitungan

$$\text{Oksidgen terlarut (mg/L)} = \frac{V \times N \times 8000 \times F}{50}$$

Keterangan

V = volume larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mL)

N = normalitas $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (N)

F = faktor $\left(\frac{V_{\text{wrinkler}}}{V_{\text{wrinkler}}-2}\right)$

C. Parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD)

SNI 6989.72:2009 Air dan air limbah – Bagian 72: Cara uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand/BOD)

1. Prinsip Pengujian

Sejumlah contoh uji ditambahkan ke dalam larutan pengencer jenuh oksigen yang telah ditambah larutan nutrisi dan bibit mikroba, kemudian diinkubasi dalam ruang gelap pada suhu $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 5 hari. Nilai BOD dihitung berdasarkan selisih konsentrasi oksigen terlarut 0 hari dan 5 hari. Bahan kontrol standar uji BOD ini, digunakan larutan glukosa-asam glutamat.

2. Alat

- Botol Winkler gelap dan terang;
- Lemari inkubasi;
- Statif;
- Klem;
- Buret;
- Pipet volumetrik 1 mL;
- Pipet tetes;
- Labu ukur 100 mL;
- Gelas ukur 50 mL; dan
- Erlenmeyer;

3. Bahan

- Larutan contoh uji;
- Air bebas mineral (aquades);
- Sodium thiosulfate, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$;
- Mangan sulfat, MnSO_4 ;
- Larutan Alkali iodida azida, NaOH-KI ;
- Indikator Amilum; dan
- Asam sulfat, H_2SO_4 pekat;

4. Prosedur Pengujian

- a. Siapkan 2 botol Winkler, tandai masing-masing botol dengan notasi A_0 untuk botol Winkler terang dan notasi A_5 untuk botol Winkler gelap;
- b. Encerkan larutan uji jika diperlukan.
- c. Aerasikan larutan uji selama 15 menit menggunakan aerator pada gelas piala 1000 mL;
- d. Lalu, masukkan larutan contoh uji ke dalam botol Winkler sampai meluap, kemudian tutup botol secara hati-hati untuk menghindari terbentuknya gelembung udara;
- e. Lakukan pengocokan beberapa kali hingga homogen, kemudian tambahkan aquades sekitar mulut botol Winkler;
- f. Simpan botol A_5 dalam lemari inkubator;
- g. Lakukan pengukuran DO terhadap botol A_0 dengan metode titrasi sesuai SNI 06-6989.14-2004, lalu catat sebagai DO_0 ; dan
- h. Setelah lima hari, lakukan pengukuran DO terhadap botol A_5 dengan metode titrasi, lalu catat sebagai DO_5 .

5. Perhitungan

Nilai BOD

$$\text{BOD (ppm)} = (\text{DO}_0 - \text{DO}_5) \times fp$$

Keterangan:

DO_0 = Dissolved Oxygen pada hari ke 0 (mg/L)

DO_5 = Dissolved Oxygen pada hari ke 5 (mg/L)

fp = faktor pengenceran

D. Parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD)

SNI 6989.15:2019 (2004) Air dan air limbah – Bagian 15 : Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (chemical oxygen demand/COD) dengan refluks terbuka secara titrimetri

1. Prinsip Pengujian

Zat organik dioksidasi dengan campuran mendidih asam sulfat dan kalium dikromat yang diketahui normalitasnya dalam suatu refluk selama 2 jam. Kelebihan kalium dikromat yang tidak tereduksi, dititrasi dengan larutan ferro ammonium sulfat (FAS).

2. Alat

- Pendingin Liebig 30 cm;
- Hot plate;
- Buret 25 mL;
- Pipet volumetrik 5 mL; 10 mL; dan 15 mL;
- Pipet tetes;
- Erlenmeyer 250 mL; dan
- Timbangan analitik.

3. Bahan

- Larutan contoh uji;
- Air bebas mineral (aquades)
- Larutan Kalium dikromat, $K_2Cr_2O_7$ 0,25 N;
- Larutan Asam sulfat – perak sulfat;
- Larutan indikator Ferroin;
- Larutan Ferro Ammonium Sulfat, FAS 0,1 N;
- Serbuk Merkuri sulfat, $HgSO_4$; dan
- Batu didih.

4. Prosedur Pengujian

- a. Pipet 10 mL contoh uji, masukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL;
- b. Tambahkan 0,2 g serbuk $HgSO_4$ dan beberapa batu didih;
- c. Tambahkan 5 mL larutan kalium dikromat, $K_2Cr_2O_7$ 0,25 N;
- d. Tambahkan 15 mL pereaksi asam sulfat – perak sulfat perlahan-lahan sambil didinginkan dalam air pendingin;
- e. Hubungkan dengan pendingin Liebig dan didihkan di atas hot plate selama 30 menit;
- f. Dinginkan dan cuci bagian dalam dari pendingin dengan air suling hingga volume contoh uji menjadi lebih kurang 70 mL;
- g. Dinginkan sampai temperatur kamar, tambahkan indikator ferroin 2 sampai dengan 3 tetes, titrasi dengan larutan FAS 0,1 N sampai warna merah kecokelatan, catat volume larutan FAS; dan
- h. Lakukan langkah a sampai dengan g terhadap aquades sebagai blanko. Catat volume larutan FAS.

5. Perhitungan

$$COD(mg/L) = \frac{(A - B) \times 8000 \times N}{V}$$

Keterangan

- A = volume larutan FAS untuk blanko (mL)
- B = volume larutan FAS untuk larutan uji (mL)
- N = normalitas FAS (N)
- V = volume larutan contoh uji (mL)

E. Parameter *Total Suspended Solid* (TSS)

SNI 6989.3:2019 Air dan air limbah – Bagian 3 : Cara uji padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solids*, TSS) secara gravimetri

1. Prinsip Pengujian

Contoh uji yang telah homogen disaring dengan media penyaring yang telah ditimbang. Residu yang tertahan pada media penyaring dikeringkan pada kisaran suhu 103 °C - 105 °C hingga mencapai berat tetap. Kenaikan berat saringan mewakili Padatan Tersuspensi Total (TSS).

2. Alat

- Desikator;
- Oven;
- Timbangan analitik;
- Pipet volumetrik 10 ml;
- Cawan;
- Alat penyaring;
- Sistem vakum; dan
- Pinset.

3. Bahan

- Larutan contoh uji;
- Kertas saring glass microfiber; dan
- Air bebas mineral (aquades).

4. Prosedur Pengujian

a. Persiapan kertas saring

- 1) Letakkan kertas saring pada peralatan penyaring;
- 2) Pasang sistem vakum, hidupkan pompa vakum kemudian bilas kertas saring dengan aquades 20 mL.
- 3) Lanjutkan pengisapan hingga tiris, matikan pompa vakum;
- 4) Pindahkan kertas saring ke dalam cawan menggunakan pinset.
- 5) Keringkan cawan yang berisi kertas saring dalam oven selama 45 menit;
- 6) Dinginkan cawan dan kertas saring dalam desikator; dan
- 7) Timbang cawan bersama kertas saring sehingga diperoleh berat tetap (W_0).

b. Pengujian total padatan tersuspensi

- 1) Letakkan kertas saring pada peralatan penyaring;
- 2) Aduk contoh uji hingga diperoleh contoh uji yang homogen;
- 3) Ambil contoh uji 10 mL dan masukkan ke dalam peralatan penyaring. Nyalakan sistem vakum;
- 4) Pindahkan kertas saring secara hati-hati dari peralatan penyaring menggunakan pinset ke cawan.
- 5) Keringkan cawan yang berisi kertas saring dalam oven selama 45 menit;
- 6) Dinginkan cawan dan kertas saring dalam desikator; dan
- 7) Timbang cawan berisi kertas saring sehingga diperoleh berat tetap (W_1).

5. Perhitungan

$$TSS(mg/L) = \frac{(W_1 - W_0) \times 1000}{V}$$

Keterangan:

W = berat hasil penimbangan (mg)

V = volume larutan contoh uji (mL)

Lampiran 4 Baku mutu air limbah domestik

-11-

LAMPIRAN I
 PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN
 REPUBLIK INDONESIA
 NOMOR P.68/Menlhk-Setjen/2016
 TENTANG
 BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK

BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK TERSENDIRI

Parameter	Satuan	Kadar maksimum*
pH	-	6 - 9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak & lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total Coliform	jumlah/100mL	3000
Debit	L/orang/hari	100

Keterangan:

*= Rumah susun, penginapan, asrama, pelayanan kesehatan, lembaga pendidikan, perkantoran, perniagaan, pasar, rumah makan, balai pertemuan, arena rekreasi, permukiman, industri, IPAL kawasan, IPAL permukiman, IPAL perkotaan, pelabuhan, bandara, stasiun kereta api, terminal dan lembaga pemasyarakatan.

Salinan sesuai dengan alinya
 KEPALA BIRO HUKUM,

td.

KRISNA RYA

MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN
 KEHUTANAN REPUBLIK INDONESIA,

td.

SITI NURBAYA

Lampiran 5 Dokumentasi

A. Persiapan eksperimen



Distribusi reaktor ke laboratorium



Distribusi sampel ke laboratorium



Persiapan pengambilan sampel

Penyaluran sampel ke bak
pengumpul

B. Pengolahan air limbah



Tampak Samping Pengolahan sampel air limbah domestik



Tampak Depan Pengolahan sampel air limbah domestik

C. Pengujian sampel



Lampiran 6 Analisis statistik

A. Uji Normalitas

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
peningkatan pH	.224	9	.200 [*]	.895	9	.223
Persentase removal BOD	.126	9	.200 [*]	.987	9	.991
Persentase removal COD	.187	9	.200 [*]	.935	9	.528
Baru Persentase Removal TSS	.161	9	.200 [*]	.928	9	.463

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

B. pH

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.729 ^a	.531	.375	.14845

a. Predictors: (Constant), Waktu Tinggal, Konsentrasi

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.150	2	.075	3.403	.103 ^b
	Residual	.132	6	.022		
	Total	.282	8			

a. Dependent Variable: Peningkatan Nilai pH

b. Predictors: (Constant), Waktu Tinggal, Konsentrasi

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.244	.178		1.370	.220
	Konsentrasi	.150	.061	.692	2.475	.048
	Waktu Tinggal	.050	.061	.231	.825	.441

a. Dependent Variable: Peningkatan Nilai pH

C. BOD

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.989 ^a	.978	.970	.00645

a. Predictors: (Constant), Waktu Tinggal, Konsentrasi

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.011	2	.005	131.400	.000 ^b
	Residual	.000	6	.000		
	Total	.011	8			

a. Dependent Variable: Persentase Removal

b. Predictors: (Constant), Waktu Tinggal, Konsentrasi

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.557	.008		71.755	.000
	Konsentrasi	.015	.003	.347	5.692	.001
	Waktu Tinggal	.040	.003	.926	15.179	.000

a. Dependent Variable: Persentase Removal

D. COD

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.957 ^a	.916	.888	.03683

a. Predictors: (Constant), Waktu Tinggal, Konsentrasi

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.089	2	.044	32.738	.001 ^b
	Residual	.008	6	.001		
	Total	.097	8			

a. Dependent Variable: Persentase Removal COD

b. Predictors: (Constant), Waktu Tinggal, Konsentrasi

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.209	.044		4.719	.003
	Konsentrasi	.092	.015	.721	6.096	.001
	Waktu Tinggal	.080	.015	.629	5.321	.002

a. Dependent Variable: Persentase Removal COD

E. TSS

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.896 ^a	.803	.737	.02232

a. Predictors: (Constant), Waktu Tinggal, Konsentrasi

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.012	2	.006	12.212	.008 ^b
	Residual	.003	6	.000		
	Total	.015	8			

a. Dependent Variable: Persentase Removal TSS

b. Predictors: (Constant), Waktu Tinggal, Konsentrasi

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.726	.027		27.048	.000
	Konsentrasi	.035	.009	.696	3.841	.009
	Waktu Tinggal	.028	.009	.564	3.110	.021

a. Dependent Variable: Persentase Removal TSS

F. Tabel persentase distribusi t

LAMPIRAN 8, T Tabel Untuk Alpha α 5% t

df	0,05	0,025	df	0,05	0,025	df	0,05	0,025	df	0,05	0,025
1	6.314	12.706	53	1.674	2.006	105	1.659	1.983	157	1.655	1.975
2	2.920	4.303	54	1.674	2.005	106	1.659	1.983	158	1.655	1.975
3	2.353	3.182	55	1.673	2.004	107	1.659	1.982	159	1.654	1.975
4	2.132	2.776	56	1.673	2.003	108	1.659	1.982	160	1.654	1.975
5	2.015	2.571	57	1.672	2.002	109	1.659	1.982	161	1.654	1.975
6	1.943	2.447	58	1.672	2.002	110	1.659	1.982	162	1.654	1.975
7	1.895	2.365	59	1.671	2.001	111	1.659	1.982	163	1.654	1.975
8	1.860	2.306	60	1.671	2.000	112	1.659	1.981	164	1.654	1.975
9	1.833	2.262	61	1.670	2.000	113	1.658	1.981	165	1.654	1.974
10	1.812	2.228	62	1.670	1.999	114	1.658	1.981	166	1.654	1.974
11	1.796	2.201	63	1.669	1.998	115	1.658	1.981	167	1.654	1.974
12	1.782	2.179	64	1.669	1.998	116	1.658	1.981	168	1.654	1.974
13	1.771	2.160	65	1.669	1.997	117	1.658	1.980	169	1.654	1.974
14	1.761	2.145	66	1.668	1.997	118	1.658	1.980	170	1.654	1.974
15	1.753	2.131	67	1.668	1.996	119	1.658	1.980	171	1.654	1.974
16	1.746	2.120	68	1.668	1.995	120	1.658	1.980	172	1.654	1.974
17	1.740	2.110	69	1.667	1.995	121	1.658	1.980	173	1.654	1.974
18	1.734	2.101	70	1.667	1.994	122	1.657	1.980	174	1.654	1.974
19	1.729	2.093	71	1.667	1.995	123	1.657	1.979	175	1.654	1.974
20	1.725	2.086	72	1.666	1.993	124	1.657	1.979	176	1.654	1.974
21	1.721	2.080	73	1.666	1.993	125	1.657	1.979	177	1.654	1.973
22	1.717	2.074	74	1.666	1.993	126	1.657	1.979	178	1.653	1.973
23	1.714	2.069	75	1.665	1.992	127	1.657	1.979	179	1.653	1.973
24	1.711	2.064	76	1.665	1.992	128	1.657	1.979	180	1.653	1.973
25	1.708	2.060	77	1.665	1.991	129	1.657	1.979	181	1.653	1.973
26	1.706	2.056	78	1.665	1.991	130	1.657	1.978	182	1.653	1.973
27	1.703	2.052	79	1.664	1.990	131	1.657	1.978	183	1.654	1.973
28	1.701	2.048	80	1.664	1.990	132	1.656	1.978	184	1.653	1.973
29	1.699	2.045	81	1.664	1.990	133	1.656	1.978	185	1.653	1.973
30	1.697	2.042	82	1.664	1.989	134	1.656	1.978	186	1.653	1.973
31	1.696	2.040	83	1.663	1.989	135	1.656	1.978	187	1.653	1.973
32	1.694	2.037	84	1.663	1.989	136	1.656	1.978	188	1.653	1.973
33	1.692	2.035	85	1.663	1.988	137	1.656	1.977	189	1.654	1.973
34	1.691	2.032	86	1.663	1.988	138	1.656	1.977	190	1.653	1.973
35	1.690	2.030	87	1.663	1.988	139	1.656	1.977	191	1.653	1.972
36	1.688	2.028	88	1.662	1.987	140	1.656	1.977	192	1.653	1.972
37	1.687	2.026	89	1.662	1.987	141	1.656	1.977	193	1.653	1.972
38	1.686	2.024	90	1.662	1.987	142	1.656	1.977	194	1.653	1.972
39	1.685	2.023	91	1.662	1.986	143	1.656	1.977	195	1.654	1.972
40	1.684	2.021	92	1.662	1.986	144	1.656	1.977	196	1.653	1.972
41	1.683	2.020	93	1.661	1.986	145	1.655	1.976	197	1.653	1.972
42	1.682	2.018	94	1.661	1.986	146	1.655	1.976	198	1.653	1.972
43	1.681	2.017	95	1.661	1.985	147	1.655	1.976	199	1.653	1.972
44	1.680	2.015	96	1.661	1.985	148	1.655	1.976	200	1.653	1.972
45	1.679	2.014	97	1.661	1.985	149	1.655	1.976			
46	1.679	2.014	98	1.661	1.984	150	1.655	1.976			
47	1.678	2.013	99	1.660	1.984	151	1.655	1.976			
48	1.677	2.012	100	1.660	1.984	152	1.655	1.976			
49	1.677	2.011	101	1.660	1.984	153	1.655	1.976			
50	1.676	2.010	102	1.660	1.983	154	1.655	1.975			
51	1.675	2.008	103	1.660	1.983	155	1.655	1.975			
52	1.675	2.007	104	1.660	1.983	156	1.655	1.975			

Activate Windows
Go to Settings to activate

G. Tabel presentase distribusi F

Titik Persentase Distribusi F untuk Probabilita = 0,05															
df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	161	199	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	245	246
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.42	19.42	19.43
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.73	8.71	8.70
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.89	5.87	5.86
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.66	4.64	4.62
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.98	3.96	3.94
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.55	3.53	3.51
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.26	3.24	3.22
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.05	3.03	3.01
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.89	2.86	2.85
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.76	2.74	2.72
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.66	2.64	2.62
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.58	2.55	2.53
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.48	2.46
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.45	2.42	2.40
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.40	2.37	2.35
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.35	2.33	2.31
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.31	2.29	2.27
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.23
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.25	2.22	2.20
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.22	2.20	2.18
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.20	2.17	2.15
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.18	2.15	2.13
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.15	2.13	2.11
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.14	2.11	2.09
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.12	2.09	2.07
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.10	2.08	2.06
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.09	2.06	2.04
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.08	2.05	2.03
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.06	2.04	2.01
31	4.16	3.30	2.91	2.68	2.52	2.41	2.32	2.25	2.20	2.15	2.11	2.08	2.05	2.03	2.00
32	4.15	3.29	2.90	2.67	2.51	2.40	2.31	2.24	2.19	2.14	2.10	2.07	2.04	2.01	1.99
33	4.14	3.28	2.89	2.66	2.50	2.39	2.30	2.23	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03	2.00	1.98
34	4.13	3.28	2.88	2.65	2.49	2.38	2.29	2.23	2.17	2.12	2.08	2.05	2.02	1.99	1.97
35	4.12	3.27	2.87	2.64	2.49	2.37	2.29	2.22	2.16	2.11	2.07	2.04	2.01	1.99	1.96
36	4.11	3.26	2.87	2.63	2.48	2.36	2.28	2.21	2.15	2.11	2.07	2.03	2.00	1.98	1.95
37	4.11	3.25	2.86	2.63	2.47	2.36	2.27	2.20	2.14	2.10	2.06	2.02	2.00	1.97	1.95
38	4.10	3.24	2.85	2.62	2.46	2.35	2.26	2.19	2.14	2.09	2.05	2.02	1.99	1.96	1.94
39	4.09	3.24	2.85	2.61	2.46	2.34	2.26	2.19	2.13	2.08	2.04	2.01	1.98	1.95	1.93
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.97	1.95	1.92
41	4.08	3.23	2.83	2.60	2.44	2.33	2.24	2.17	2.12	2.07	2.03	2.00	1.97	1.94	1.92
42	4.07	3.22	2.83	2.59	2.44	2.32	2.24	2.17	2.11	2.06	2.02	1.99	1.96	1.94	1.91
43	4.07	3.21	2.82	2.59	2.43	2.32	2.23	2.16	2.11	2.06	2.03	1.99	1.96	1.93	1.91
44	4.06	3.21	2.82	2.58	2.43	2.31	2.23	2.16	2.10	2.05	2.01	1.98	1.95	1.92	1.90
45	4.06	3.20	2.81	2.58	2.42	2.31	2.22	2.15	2.10	2.05	2.01	1.97	1.94	1.92	1.89

Titik Persentase Distribusi F untuk Probabilita = 0,05

df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
46	4.05	3.20	2.81	2.57	2.42	2.30	2.22	2.15	2.09	2.04	2.00	1.97	1.94	1.91	1.89
47	4.05	3.20	2.80	2.57	2.41	2.30	2.21	2.14	2.09	2.04	2.00	1.96	1.93	1.91	1.88
48	4.04	3.19	2.80	2.57	2.41	2.29	2.21	2.14	2.08	2.03	1.99	1.96	1.93	1.90	1.88
49	4.04	3.19	2.79	2.56	2.40	2.29	2.20	2.13	2.08	2.03	1.99	1.96	1.93	1.90	1.88
50	4.03	3.18	2.79	2.56	2.40	2.29	2.20	2.13	2.07	2.03	1.99	1.95	1.92	1.89	1.87
51	4.03	3.18	2.79	2.55	2.40	2.28	2.20	2.13	2.07	2.02	1.98	1.95	1.92	1.89	1.87
52	4.03	3.18	2.78	2.55	2.39	2.28	2.19	2.12	2.07	2.02	1.98	1.94	1.91	1.89	1.86
53	4.02	3.17	2.78	2.55	2.39	2.28	2.19	2.12	2.06	2.01	1.97	1.94	1.91	1.88	1.86
54	4.02	3.17	2.78	2.54	2.39	2.27	2.18	2.12	2.06	2.01	1.97	1.94	1.91	1.88	1.86
55	4.02	3.16	2.77	2.54	2.38	2.27	2.18	2.11	2.06	2.01	1.97	1.93	1.90	1.88	1.85
56	4.01	3.16	2.77	2.54	2.38	2.27	2.18	2.11	2.05	2.00	1.96	1.93	1.90	1.87	1.85
57	4.01	3.16	2.77	2.53	2.38	2.26	2.18	2.11	2.05	2.00	1.96	1.93	1.90	1.87	1.85
58	4.01	3.16	2.76	2.53	2.37	2.26	2.17	2.10	2.05	2.00	1.96	1.92	1.89	1.87	1.84
59	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.26	2.17	2.10	2.04	2.00	1.96	1.92	1.89	1.86	1.84
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.95	1.92	1.89	1.86	1.84
61	4.00	3.15	2.76	2.52	2.37	2.25	2.16	2.09	2.04	1.99	1.95	1.91	1.88	1.86	1.83
62	4.00	3.15	2.75	2.52	2.36	2.25	2.16	2.09	2.03	1.99	1.95	1.91	1.88	1.85	1.83
63	3.99	3.14	2.75	2.52	2.36	2.25	2.16	2.09	2.03	1.98	1.94	1.91	1.88	1.85	1.83
64	3.99	3.14	2.75	2.52	2.36	2.24	2.16	2.09	2.03	1.98	1.94	1.91	1.88	1.85	1.83
65	3.99	3.14	2.75	2.51	2.36	2.24	2.15	2.08	2.03	1.98	1.94	1.90	1.87	1.85	1.82
66	3.99	3.14	2.74	2.51	2.35	2.24	2.15	2.08	2.03	1.98	1.94	1.90	1.87	1.84	1.82
67	3.98	3.13	2.74	2.51	2.35	2.24	2.15	2.08	2.02	1.98	1.93	1.90	1.87	1.84	1.82
68	3.98	3.13	2.74	2.51	2.35	2.24	2.15	2.08	2.02	1.97	1.93	1.90	1.87	1.84	1.82
69	3.98	3.13	2.74	2.50	2.35	2.23	2.15	2.08	2.02	1.97	1.93	1.90	1.86	1.84	1.81
70	3.98	3.13	2.74	2.50	2.35	2.23	2.14	2.07	2.02	1.97	1.93	1.89	1.86	1.84	1.81
71	3.98	3.13	2.73	2.50	2.34	2.23	2.14	2.07	2.01	1.97	1.93	1.89	1.86	1.83	1.81
72	3.97	3.12	2.73	2.50	2.34	2.23	2.14	2.07	2.01	1.96	1.92	1.89	1.86	1.83	1.81
73	3.97	3.12	2.73	2.50	2.34	2.23	2.14	2.07	2.01	1.96	1.92	1.89	1.86	1.83	1.81
74	3.97	3.12	2.73	2.50	2.34	2.22	2.14	2.07	2.01	1.96	1.92	1.89	1.85	1.83	1.80
75	3.97	3.12	2.73	2.49	2.34	2.22	2.13	2.06	2.01	1.96	1.92	1.88	1.85	1.83	1.80
76	3.97	3.12	2.72	2.49	2.33	2.22	2.13	2.06	2.01	1.96	1.92	1.88	1.85	1.82	1.80
77	3.97	3.12	2.72	2.49	2.33	2.22	2.13	2.06	2.00	1.96	1.92	1.88	1.85	1.82	1.80
78	3.96	3.11	2.72	2.49	2.33	2.22	2.13	2.06	2.00	1.95	1.91	1.88	1.85	1.82	1.80
79	3.96	3.11	2.72	2.49	2.33	2.22	2.13	2.06	2.00	1.95	1.91	1.88	1.85	1.82	1.79
80	3.96	3.11	2.72	2.49	2.33	2.21	2.13	2.06	2.00	1.95	1.91	1.88	1.84	1.82	1.79
81	3.96	3.11	2.72	2.48	2.33	2.21	2.12	2.05	2.00	1.95	1.91	1.87	1.84	1.82	1.79
82	3.96	3.11	2.72	2.48	2.33	2.21	2.12	2.05	2.00	1.95	1.91	1.87	1.84	1.81	1.79
83	3.96	3.11	2.71	2.48	2.32	2.21	2.12	2.05	1.99	1.95	1.91	1.87	1.84	1.81	1.79
84	3.95	3.11	2.71	2.48	2.32	2.21	2.12	2.05	1.99	1.95	1.90	1.87	1.84	1.81	1.79
85	3.95	3.10	2.71	2.48	2.32	2.21	2.12	2.05	1.99	1.94	1.90	1.87	1.84	1.81	1.79
86	3.95	3.10	2.71	2.48	2.32	2.21	2.12	2.05	1.99	1.94	1.90	1.87	1.84	1.81	1.78
87	3.95	3.10	2.71	2.48	2.32	2.20	2.12	2.05	1.99	1.94	1.90	1.87	1.83	1.81	1.78
88	3.95	3.10	2.71	2.48	2.32	2.20	2.12	2.05	1.99	1.94	1.90	1.86	1.83	1.81	1.78
89	3.95	3.10	2.71	2.47	2.32	2.20	2.11	2.04	1.99	1.94	1.90	1.86	1.83	1.80	1.78
90	3.95	3.10	2.71	2.47	2.32	2.20	2.11	2.04	1.99	1.94	1.90	1.86	1.83	1.80	1.78

Titik Persentase Distribusi F untuk Probabilita = 0,05

df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
91	3.95	3.10	2.70	2.47	2.31	2.20	2.11	2.04	1.98	1.94	1.90	1.86	1.83	1.80	1.78
92	3.94	3.10	2.70	2.47	2.31	2.20	2.11	2.04	1.98	1.94	1.89	1.86	1.83	1.80	1.78
93	3.94	3.09	2.70	2.47	2.31	2.20	2.11	2.04	1.98	1.93	1.89	1.86	1.83	1.80	1.78
94	3.94	3.09	2.70	2.47	2.31	2.20	2.11	2.04	1.98	1.93	1.89	1.86	1.83	1.80	1.77
95	3.94	3.09	2.70	2.47	2.31	2.20	2.11	2.04	1.98	1.93	1.89	1.86	1.82	1.80	1.77
96	3.94	3.09	2.70	2.47	2.31	2.19	2.11	2.04	1.98	1.93	1.89	1.85	1.82	1.80	1.77
97	3.94	3.09	2.70	2.47	2.31	2.19	2.11	2.04	1.98	1.93	1.89	1.85	1.82	1.80	1.77
98	3.94	3.09	2.70	2.46	2.31	2.19	2.10	2.03	1.98	1.93	1.89	1.85	1.82	1.79	1.77
99	3.94	3.09	2.70	2.46	2.31	2.19	2.10	2.03	1.98	1.93	1.89	1.85	1.82	1.79	1.77
100	3.94	3.09	2.70	2.46	2.31	2.19	2.10	2.03	1.97	1.93	1.89	1.85	1.82	1.79	1.77
101	3.94	3.09	2.69	2.46	2.30	2.19	2.10	2.03	1.97	1.93	1.88	1.85	1.82	1.79	1.77
102	3.93	3.09	2.69	2.46	2.30	2.19	2.10	2.03	1.97	1.92	1.88	1.85	1.82	1.79	1.77
103	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30	2.19	2.10	2.03	1.97	1.92	1.88	1.85	1.82	1.79	1.76
104	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30	2.19	2.10	2.03	1.97	1.92	1.88	1.85	1.82	1.79	1.76
105	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30	2.19	2.10	2.03	1.97	1.92	1.88	1.85	1.81	1.79	1.76
106	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30	2.19	2.10	2.03	1.97	1.92	1.88	1.84	1.81	1.79	1.76
107	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30	2.18	2.10	2.03	1.97	1.92	1.88	1.84	1.81	1.79	1.76
108	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30	2.18	2.10	2.03	1.97	1.92	1.88	1.84	1.81	1.78	1.76
109	3.93	3.08	2.69	2.45	2.30	2.18	2.09	2.02	1.97	1.92	1.88	1.84	1.81	1.78	1.76
110	3.93	3.08	2.69	2.45	2.30	2.18	2.09	2.02	1.97	1.92	1.88	1.84	1.81	1.78	1.76
111	3.93	3.08	2.69	2.45	2.30	2.18	2.09	2.02	1.97	1.92	1.88	1.84	1.81	1.78	1.76
112	3.93	3.08	2.69	2.45	2.30	2.18	2.09	2.02	1.96	1.92	1.88	1.84	1.81	1.78	1.76
113	3.93	3.08	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.92	1.87	1.84	1.81	1.78	1.76
114	3.92	3.08	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.84	1.81	1.78	1.75
115	3.92	3.08	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.84	1.81	1.78	1.75
116	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.84	1.81	1.78	1.75
117	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.84	1.80	1.78	1.75
118	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.84	1.80	1.78	1.75
119	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.83	1.80	1.78	1.75
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.83	1.80	1.78	1.75
121	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.83	1.80	1.77	1.75
122	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.83	1.80	1.77	1.75
123	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.08	2.01	1.96	1.91	1.87	1.83	1.80	1.77	1.75
124	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29	2.17	2.08	2.01	1.96	1.91	1.87	1.83	1.80	1.77	1.75
125	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29	2.17	2.08	2.01	1.96	1.91	1.87	1.83	1.80	1.77	1.75
126	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29	2.17	2.08	2.01	1.95	1.91	1.87	1.83	1.80	1.77	1.75
127	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29	2.17	2.08	2.01	1.95	1.91	1.86	1.83	1.80	1.77	1.75
128	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29	2.17	2.08	2.01	1.95	1.91	1.86	1.83	1.80	1.77	1.75
129	3.91	3.07	2.67	2.44	2.28	2.17	2.08	2.01	1.95	1.90	1.86	1.83	1.80	1.77	1.74
130	3.91	3.07	2.67	2.44	2.28	2.17	2.08	2.01	1.95	1.90	1.86	1.83	1.80	1.77	1.74
131	3.91	3.07	2.67	2.44	2.28	2.17	2.08	2.01	1.95	1.90	1.86	1.83	1.80	1.77	1.74
132	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28	2.17	2.08	2.01	1.95	1.90	1.86	1.83	1.79	1.77	1.74
133	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28	2.17	2.08	2.01	1.95	1.90	1.86	1.83	1.79	1.77	1.74
134	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28	2.17	2.08	2.01	1.95	1.90	1.86	1.83	1.79	1.77	1.74
135	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28	2.17	2.08	2.01	1.95	1.90	1.86	1.82	1.79	1.77	1.74

