

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan :

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202443212, 30 Mei 2024

Pencipta

Nama : **Ade Ihtiar, Dr. Ling. Maria Ulfah, S.Si., M.Pd. dkk**
Alamat : Wonoharjo RT 09 RW 11, Kelurahan Kembangarum, Kecamatan Semarang Barat, Semarang Barat, Semarang, Jawa Tengah, 50146
Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT (LPPM) UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**
Alamat : Universitas PGRI Semarang, Jl. Sidodadi Timur No. 24 - Dr. Cipto Semarang, Semarang Timur, Semarang, Jawa Tengah 50232
Kewarganegaraan : Indonesia
Jenis Ciptaan : **Buku**
Judul Ciptaan : **Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Praktikum Materi Pencemaran Lingkungan**
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali : 10 Januari 2024, di Semarang
di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia
Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman.
Nomor pencatatan : 000618567

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

u.b

Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

IGNATIUS M.T. SILALAH
NIP. 196812301996031001

Disclaimer:

Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Ade Ihtiar	Wonoharjo RT 09 RW 11, Kelurahan Kembangarum, Kecamatan Semarang Barat, Semarang Barat, Semarang
2	Dr. Ling. Maria Ulfah, S.Si., M.Pd.	Jalan Candi Kencana VII/C 37 RT 02 RW 08, Kelurahan Kalipancur, Kecamatan Ngaliyan, Semarang
3	Fibria Kaswinarni, S.Si., M.Si	Perumahan Sinar Bukit Asri Kav 122 RT 16 RW 01, Kelurahan Kedungmundu, Kecamatan Tembalang, Kota Semarang





Lembar Kerja Peserta Didik

LKPD

perubahan Lingkungan

Sub Materi Pencemaran Lingkungan



Penyusun :
Ade Ihtiar
Maria Ulfah
Fibria Kaswinarni

Digunakan untuk
SMA/MA
Fase E Kelas X

PENGANTAR

Materi: Pencemaran Lingkungan

CAPAIAN PEMBELAJARAN

Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan untuk menciptakan solusi atas permasalahan berdasarkan isu nasional maupun global terkait perubahan lingkungan



TUJUAN PEMBELAJARAN

Peserta didik mampu merumuskan gagasan pemecahan masalah pencemaran lingkungan melalui kegiatan praktikum dan pengamatan dengan pendekatan Saintifik menggunakan model Project Based Learning (PjBL) yang dilaksanakan dengan jujur, disiplin, tanggung jawab, dan bekerja sama.

PETUNJUK BELAJAR

1. Baca dan pahami uraian materi yang disajikan pada masing-masing kegiatan pembelajaran. Apabila kurang jelas, segera tanyakan kepada guru.
2. Pelajari materi dalam LKPD secara berurutan.
3. Kerjakan setiap kegiatan diskusi dengan baik bersama dengan kelompok
4. Pada kegiatan praktikum, perhatikan hal-hal keselamatan kerja yang berisi petunjuk melakukan praktikum.
5. Setelah selesai melakukan praktikum, bersihkan dan kembalikan alat-alat ke tempatnya.
6. Selamat belajar dan semoga sukses

IDENTITAS

Kelas :

Kelompok :

Anggota Kelompok

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.



Cari Tau Kuy !

Perhatikan gambar disamping. Darimanakah sampah-sampah tersebut berasal ? Menurut kalian apabila sampah-sampah tersebut ditimbun begitu saja di TPA tanpa adanya pengolahan, apa yang akan terjadi



Tuliskan pendapat kalian !

Let's Go!

Perhatikan gambar berikut !



Gambar 1



Gambar 2



Gambar 3

Apakah di tempat tinggal kalian mengalami peristiwa tersebut ? Peristiwa apakah yang terjadi pada gambar 1, gambar 2, dan gambar 3?

.....

.....

.....

.....

.....

Apakah penyebab peristiwa apakah yang terjadi pada gambar 1, gambar 2, dan gambar 3?

.....

.....

.....

.....

Pencemaran Lingkungan



Pencemaran lingkungan hidup adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan (UU No 32 Th 2009). Penurunan kualitas lingkungan dapat dilihat dari melemahnya fungsi dan tidak sesuai lagi dengan kegunaannya, berkurangnya pertumbuhan serta menurunnya kemampuan reproduksi. Pencemaran lingkungan disebabkan karena masuknya bahan pencemar atau zat-zat polutan ke dalam lingkungan tertentu.

BAHAN PENCEMAR

1 Dapat Diuraikan oleh Dekomposer



Gambar 1. Sampah Organik
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

Limbah yang dapat diuraikan atau dikomposisi, baik secara alamiah yang dilakukan oleh dekomposer (bakteri dan jamur) atau disengaja oleh manusia. Contoh limbah ini antara lain limbah rumah tangga, kotoran hewan, daun, dan ranting.

2 Tidak Dapat Diuraikan oleh Dekomposer



Gambar 1. Sampah Anorganik
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

Limbah yang tidak dapat diuraikan secara alamiah oleh dekomposer. Keberadaan limbah ini membahayakan, contohnya timbal, merkuri, kaca, styrofoam, kaleng, logam, karet, alat elektronik, bohlam lampu, keramik atau porselen, baterai, asbes, dan plastik.

TAUCASIH?



Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), tahun 2021 Indonesia menghasilkan timbulan sampah sebanyak 29.4 juta ton, kemudian volume timbulan naik 21,7% pada tahun 2022 menjadi 35.83 juta ton. Berdasarkan provinsinya, volume terbanyak pada tahun 2022 berasal dari provinsi Jawa Tengah yakni 5,51 juta ton atau 15,39% dari total sampah nasional.

JENIS-JENIS PENCEMARAN



1 Pencemaran Air



Gambar 3. Pencemaran Air Akibat Sampah
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya; Sumber pencemaran air biasanya berasal dari limbah pertanian, limbah rumah tangga, limbah industri, dan penangkapan ikan menggunakan racun.

Secara fisika, air yang sehat adalah air yang jernih, tidak berasa, dan tidak berbau. Sedangkan secara kimia, air yang sehat harus terbebas dari bahan berbahaya. Secara biologi, air yang sehat harus memenuhi syarat tidak mengandung mikroba pathgen yang dapat menyebabkan penyakit.

2 Pencemaran Tanah

Pencemaran tanah merupakan suatu keadaan dimana zat polutan masuk kedalam lingkungan tanah dan menurunkan kualitas tanah tersebut. Zat polutan tersebut bisa berupa zat-zat bahan pencemar baik dalam bentuk zat kimia, debu, panas, radiasi, dan mikroorganisme.

Pencemaran tanah terjadi melalui pencemaran langsung (penggunaan pupuk berlebih, pemberian pestisida, dan buangan limbah yang tidak dapat terurai seperti plastik) dan secara tidak langsung seperti melalui perairan dan udara yang mengandung polutan.



Gambar 4. Pencemaran Tanah Akibat Sampah
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

Fakta Menarik



Gambar 5. Cairan Lindi
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

Kalian Tau Ga Sih? Timbunan sampah yang dibiarkan begitu aja akan menghasilkan cairan hitam pekat berbau tidak sedap, biasa disebut lindi (leachate). Lindi (leachate) ini sangat berbahaya karena mengandung bahan organik, anorganik, dan pathogen yang tinggi sehingga berpotensi mencemari lingkungan lho...

3 Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya. Pencemaran udara ini diklasifikasikan menjadi 2 jenis yaitu :

1. Pencemaran Primer, pencemaran yang penyebabnya langsung oleh sumber-sumber pencemaran udara.
2. Pencemaran Sekunder, pencemaran yang terbentuk dari reaksi pencemar-pencemar primer di atmosfer.



Gambar 6. Pencemaran Udara Akibat Asap Kendaraan dan Gas Metana Sampah
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

4 Pencemaran Suara



Gambar 7. Pencemaran Suara Akibat Kendaraan
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

Pencemaran suara adalah gangguan pada lingkungan yang diakibatkan oleh bunyi dan suara yang mengakibatkan ketidaktentraman makhluk hidup di sekitarnya. Pencemaran suara disebabkan oleh suara-suara bervolume tinggi yang membuat daerah sekitar menjadi bising. Suara dengan intensitas tinggi jika berlangsung secara terus-menerus dalam jangka waktu yang lama dapat mengganggu manusia dan menyebabkan kecacatan. Contoh pencemaran suara yaitu suara mesin pabrik dan suara kendaraan.

SEKILASINFO



Kenalan dengan ISPU Yukk !!!

ISPU (Indeks Standar Pencemar Udara), berupa angka untuk memberikan informasi mutu kualitas udara yang tepat dan akurat kepada masyarakat dalam rangka pengendalian pencemaran udara. Pada ISPU terdapat berbagai kategori yang menunjukkan tingkat kualitas udara di area tersebut.



REMEDIASI

Remediasi merupakan upaya pemulihan kondisi lingkungan yang tercemar menjadi sehat kembali seperti semula dengan cara membuang atau menghancurkan senyawa kontaminasi dari lingkungan tersebut. Teknik remediasi bisa dilakukan dengan banyak cara, salah satunya dengan bantuan organisme.

Remediasi berdasarkan organisme pembersihnya dibedakan menjadi 2 yaitu :

Bioremediasi

Fitoremediasi



Bioremediasi

Bioremediasi merupakan rangkaian proses penggunaan mikroorganisme untuk mereduksi atau menguraikan zat polutan kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana dan tidak berbahaya lagi untuk lingkungan. Ketika proses bioremediasi terjadi, enzim yang dihasilkan mikroorganisme akan memodifikasi zat polutan beracun dengan mengubah struktur kimia zat-zat polutan tersebut menjadi bentuk metabolit yang tidak beracun lagi. Saat ini, bioremediasi telah berkembang pada upaya pengolahan limbah yang sulit didegradasi, seperti logam berat, senyawa organik terhalogeasi, dan petroleum hidrokarbon. Mikroorganisme yang umumnya digunakan adalah bakteri dan jamur.

Adapun terdapat strategi atau langkah dalam Bioremediasi, antara lain:

Bioremediasi In Situ

Mikroorganisme diaplikasikan langsung pada area yang tercemar (tanah atau air) dengan kerusakan yang minimal. Bioremediasi InSitu terbagi atas :

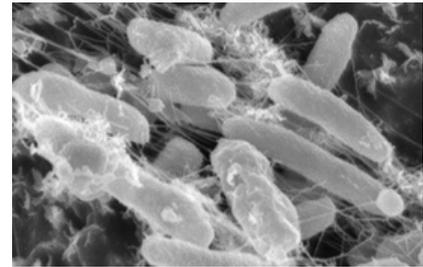
1. **Biostimulasi/ Bioventing** : penambahan nutrient (N dan P) dan asektor elektron pada lingkungan pertumbuhannya.
2. **Bioaugmentasi** : menambahkan mikroorganisme dari luar pada subpermukaan pencemar
3. **Biosparing** : penambahan injeksi udara.

Bioremediasi Ek Situ

Mikroorganisme diaplikasikan pada area yang tercemar (tanah atau air) yang telah dipindahkan dari tempat asalnya. Bioremediasi EkSitu terbagi atas :

1. **Landfarming** : tanah yang terkontaminasi digali dan dipindahkan pada lahan khusus.
2. **Composting** : kombinasi tanah terkontaminasi dengan tanah yang mengandung senyawa organik.
3. **Biopiles** : perpaduan landfarming dan composting
4. **Bioreactor** : menggunakan aqueous reaktor

INFO MENARIK!



Tau ngga sih ?

Ternyata ada makhluk hidup yang sukanya makan plastik, tapi tetep sehat lho ...

Makhluk hidup tersebut adalah Bakteri *Ideonella Sakaiensis* 20I-F6. Bakteri tersebut dapat mencerna plastik dengan mengeluarkan enzim PETase, sehingga dapat memutus ikatan kimia dalam plastik dan kemudian menyerap molekul tersebut.



Gambar 8. Fitoremediasi Lindi dengan Tanaman Bambu Air
Sumber : Dokumentasi Pribadi (2024)

Fitoremediasi merupakan suatu cara atau metode penanganan limbah yang dilakukan secara alami dengan memanfaatkan tumbuhan sebagai agensia dalam pengurangan kadar zat-zat berbahaya pada limbah. Teknik fitoremediasi menjadi salah satu teknologi yang muncul berdasarkan gabungan kegiatan tanaman dan asosiasinya dengan komunitas mikroorganisme untuk menurunkan, memindahkan, atau mengurangi kandungan bahan beracun di dalam tanah dan air. Fitoremediasi ini bekerja untuk menstabilkan dan mendegradasi kandungan zat polutan dengan bertindak sebagai filter, serta memiliki adaptasi genetik dalam mengangani zat poluan yang terjadi dilingkungan.

Mekanisme Fitoremediasi

Adapun mekanisme fitoremediasi sebagai berikut :

A. Fitoakumulasi

Proses perakaran tumbuhan dan media menarik zat kontaminan serta mengakumulasi disekitar tanaman.

B. Rhizofiltrasi

Proses pengendapan zat kontaminan didaerah sekitar akar serta menempelnya kontaminan ke akar tanaman.

C. Fitostabilisasi

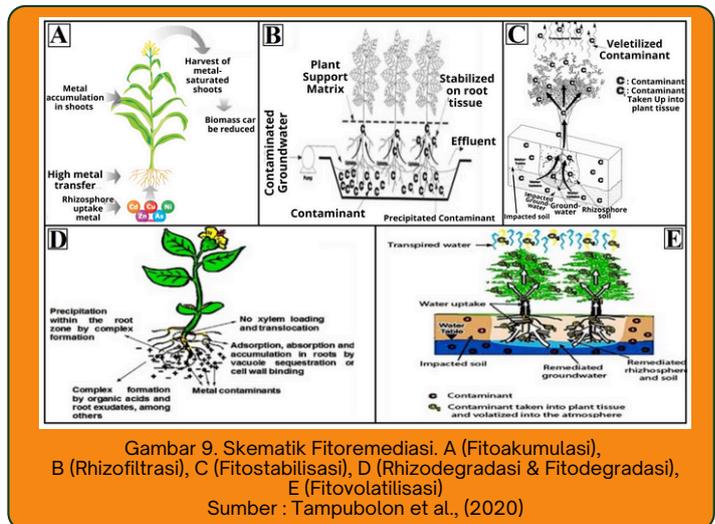
Penempelan zat-zat yang tidak dapat terserap oleh tanaman, tetapi zat-zat tersebut tetap menempel di akar sehingga tidak terbawa oleh aliran media.

D. Rhizodegradasi dan Fitodegradasi

Rhizodegradasi berupa proses aktivasi mikroba sebelum ke proses fitogedradasi. Fitogedradasi, ini berupa proses bagaimana tumbuhan mengeluarkan enzyme berupa bahan kimia untuk mendegradasi zat kontaminan menjadi bahan yang tidak berbahaya

E. Fitovolatilisasi

Proses penarikan dan transpirasi zat kontaminan dalam bentuk larutan terurai sederhana oleh tumbuhan yang sifatnya tidak berbahaya lagi untuk kemudian ditranspirasikan ke atmosfer



Gambar 9. Skematik Fitoremediasi. A (Fitoakumulasi), B (Rhizofiltrasi), C (Fitostabilisasi), D (Rhizodegradasi & Fitodegradasi), E (Fitovolatilisasi)
Sumber : Tampubolon et al., (2020)

LET'S TRY

praktikum

Seiring dengan peningkatan jumlah penduduk menyebabkan produksi sampah terus meningkat. Banyaknya timbunan sampah menjadi permasalahan lingkungan yang serius apabila tidak dikelola dengan baik dan dibuang begitu saja ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Timbunan sampah tersebut akan mengeluarkan cairan hitam pekat berbau tidak sedap atau biasa disebut lindi (leachate). Lindi ini sangat berbahaya karena kandungan bahan kimia organik dan anorganik serta jumlah bakteri patogen yang tinggi. Sehingga berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, bentuklah kelompok dan lakukan proyek miniriset untuk mengatasi permasalahan pencemaran air akibat lindi (leachate)





Lembar Kerja Peserta Didik



LKPD

A Judul Praktikum

Efektivitas Bambu Air Sebagai Agen Fitoremediasi Dizzolved Oxygen (DO) dan Suhu Lindi

B Tujuan

Peserta didik mampu merumuskan gagasan pemecahan masalah pencemaran lingkungan melalui kegiatan praktikum dan pengamatan dengan pendekatan Saintifik menggunakan model Project Based Learning (PjBL) yang dilaksanakan dengan jujur, disiplin, tanggung jawab, dan bekerja sama.

C Deskripsi Singkat



Gambar 1. Timbunan Sampah di TPA
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

Lindi timbul diantara timbunan sampah dan meresap kedalam lapisan tanah dibawahnya, serta melarutkan materi organik hasil dekomposisi. Lindi ini sangat berbahaya dan bersifat toksik karena adanya zat polutan, bahan-bahan kimia organik, anorganik, dan bakteri pathogen. Sehingga berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi pencemaran lingkungan tersebut yaitu dengan fitoremediasi

Seiring dengan peningkatan jumlah penduduk menyebabkan produksi sampah terus meningkat. Banyaknya timbunan sampah menjadi permasalahan lingkungan yang serius apabila tidak dikelola dengan baik dan dibuang begitu saja ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Timbunan sampah tersebut akan mengeluarkan cairan hitam pekat berbau tidak sedap atau biasa disebut lindi (leachate).



Gambar 2. Kolam Lindi
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)



Gambar 3. Fitoremediasi Lindi dengan Tanaman Bambu Air
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

Fitoremediasi merupakan suatu cara atau metode penanganan limbah yang dilakukan secara alami dengan memanfaatkan tumbuhan sebagai agensia dalam pengurangan kadar zat-zat berbahaya pada limbah. Teknik fitoremediasi menjadi salah satu teknologi yang muncul berdasarkan gabungan kegiatan tanaman dan asosiasinya dengan komunitas mikroorganisme untuk menurunkan, memindahkan, atau mengurangi kandungan bahan beracun di dalam tanah dan air. Fitoremediasi ini bekerja untuk menstabilkan dan mendegradasi kandungan zat polutan dengan bertindak sebagai filter, serta memiliki adaptasi genetik dalam mengangani zat poluan yang terjadi dilingkungan.

D Alat

Alat yang digunakan dalam praktikum ini, sebagai berikut :



Galon (3 buah)



Termometer (1 buah)



DO meter (1 buah)



Timbangan (1 buah)



Gelas Ukur (1 buah)



Label (1 buah)



ATK (1 buah)

E Bahan

Bahan yang digunakan dalam praktikum ini, sebagai berikut :



Lindi (7.5 liter)



Aquades



Bambu Air

P Langkah Kerja

Adapun langkah kerja pada praktikum ini, sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat dan bahan
2. Melakukan aklimatisasi tanaman bambu air menggunakan aquades selama 2 hari sebelum diberikan perlakuan air lindi
3. Mengisi masing-masing ember dengan air lindi sebanyak 2.5 liter dan diberi label P0, P1, dan P2
4. Meletakkan tanaman bambu air sesuai dengan perlakuan yang digunakan yaitu :
 - a. P0 : 2.5 liter lindi + 0 gr tanaman bambu air
 - b. P1 : 2.5 liter lindi + 187 gr tanaman bambu air
 - c. P2 : 2,5 liter lindi + 250 gr tanaman bambu air
5. Mengukur suhu lindi dengan menggunakan termometer air da kadar DO dengan menggunakan DO meter
6. Lakukan pengukuran pada hari ke-0, hari ke-3, dan hari ke-7
7. Mencatat pada tabel hasil pengukuran
8. Mendokumentasikan setiap kegiatan yang dilakukan
9. Menyusun laporan praktikum secara berkelompok

G Tabel Pengamatan

Isilah tabel pengamatan berdasarkan hasil praktikum yang telah anda lakukan !

Perlakuan	DO (mg/L)			Suhu (°C)		
	H0	H3	H7	H0	H3	H7
P0						
P1						
P2						

Keterangan :

- a. P0 : 2.5 liter lindi + 0 gr tanaman bambu air
- b. P1 : 2.5 liter lindi + 187 gr tanaman bambu air
- c. P2 : 2,5 liter lindi + 250 gr tanaman bambu air
- d. H0 : Hari ke 0 perlakuan
- e. H3 : Hari ke 3 perlakuan
- f. H7 : Hari ke 7 perlakuan



Soal Pengayaan

1. Bagaimana indikator lingkungan dapat dikatakan sebagai lingkungan yang tercemar? (20 point)

Jawaban

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Upaya apa yang dilakukan untuk mengganggu pencemaran lingkungan ? (20 point)

Jawaban

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Apakah yang dimaksud dengan proses fitoremediasi ? dan Bagaimana mekanisme penyerapan zat polutan selama proses tersebut berlangsung ? (20 point)

Jawaban

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Bagaimana manfaat fitoremediasi dari segi lingkungan, kesehatan, dan ekonomi ?
(20 point)

Jawaban

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. Berdasarkan hasil praktikum yang telah dilakukan, mengapa tumbuhan dapat digunakan sebagai agen fitoremediasi lingkungan yang tercemar ? Jelaskan
(20 point)

Jawaban

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

$$\text{Nilai Akhir} = \frac{\text{skor yang didapat}}{\text{skor total}}$$

Keterangan :

- 1,0 - 4,0 : Kurang Sekali
- 5,1 - 5,5 : Kurang
- 5,6 - 7,0 : Cukup
- 7,1 - 8,5 : Baik
- 8,6 - 10 : Sangat Baik

Nilai Akhir	Paraf Guru



