

**ANALISIS KUALITAS AIR TANAH DAN AIR
PERMUKAAN PADA *LAND APPLICATION* DI
PT. BRAHMA BINA BAKTI**

TUGAS AKHIR



RIA HIKMARINA

2300825201021

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI
JAMBI
2026**

**ANALISIS KUALITAS AIR TANAH DAN AIR
PERMUKAAN PADA *LAND APPLICATION* DI
PT. BRAHMA BINA BAKTI**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Teknik



RIA HIKMARINA

2300825201021

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI
JAMBI
2026**

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISIS KUALITAS AIR TANAH DAN AIR PERMUKAAN PADA *LAND APPLICATION* DI PT. BRAHMA BINA BAKTI

TUGAS AKHIR

Oleh

RIA HIKMARINA

2300825291021

Dengan ini Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari, menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan Judul dan Penyusun sebagaimana tersebut diatas telah disetujui sesuai dengan prosedur, ketentuan, kelaziman yang berlaku pada Program Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari.

Jambi, April 2026

Pembimbing I



Drs. Guntar Maroloy Saragih, M. Si
NIDN. 001126110

Pembimbing II



Ir. Marhadi, ST, M.Si
NIDN. 1008038002

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KUALITAS AIR TANAH DAN AIR PERMUKAAN PADA *LAND APPLICATION* DI PT. BRAHMA BINA BAKTI

Tugas Akhir ini telah dipertahankan pada Sidang Tugas Akhir Komprehensif
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Nama : Ria Hikmarina
NPM : 2300825201021
Hari/Tanggal : Jumat, 20 Februari 2026
Tempat : Ruang FT. 09 Fakultas Teknik

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua :

1. Asih Suzana, ST, MT
NIDN. 1016068408

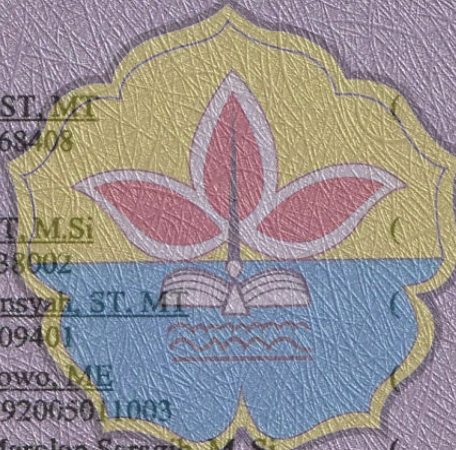
Anggota :

2. Ir. Marhadi, ST, M.Si
NIDN. 1008038002

3. Ir. Endi Adriansyah, ST, MT
NIDN. 1025109401

4. H. Henri Wibowo, ME
NIP. 197702192005011003

5. Drs. Guntar Marolop Saragih, M. Si
NIDN. 001126110



Disahkan Oleh

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik
Lingkungan

Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME
NIDN. 1015126501

Ir. Marhadi, ST, M. Si
NIDN. 1008038002

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN



Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ria Hikmarina

NPM : 2300825201021

Judul : Analisis Kualitas Air Tanah dan Air Permukaan pada *Land Application* di PT. Brahma Bina Bakti

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Laporan Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Batanghari sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Jambi, 24 April 2026



Ria Hikmarina
2300825201021

ABSTRAK

ANALISIS KUALITAS AIR TANAH DAN AIR PERMUKAAN PADA LAND APPLICATION DI PT. BRAHMA BINA BAKTI

Ria Hikmarina¹, Drs. Guntar Marolop Saragih, M. Si², Ir. Marhadi, ST, M.Si³

ABSTRAK

Penerapan teknologi *land application* pada pabrik kelapa sawit merupakan salah satu metode pengelolaan limbah cair yang bertujuan untuk mengurangi pencemaran lingkungan sekaligus meningkatkan kesuburan tanah. Namun demikian, aplikasi limbah cair ke lahan berpotensi memberikan dampak terhadap kualitas air tanah dan air permukaan di sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air tanah dan air permukaan pada area *land application* di PT. Brahma Bina Bakti, Kabupaten Muaro Jambi, serta mengevaluasi kesesuaiannya terhadap baku mutu lingkungan yang berlaku. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pengambilan sampel air limbah pada outlet IPAL, air permukaan pada Sungai Sekawan (titik hulu dan hilir), serta air tanah pada sumur pantau dan sumur kontrol. Pengambilan sampel dilakukan berdasarkan SNI 8995:2021 dan SNI 8990:2021, kemudian dianalisis di laboratorium untuk parameter pH, BOD, COD, TSS, dan amonia (NH₃). Hasil analisis dibandingkan dengan baku mutu air permukaan dan air tanah berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 serta baku mutu limbah cair berdasarkan PERMENLHK Nomor 5 Tahun 2014. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas air limbah pada outlet IPAL telah memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Namun, pada air permukaan Sungai Sekawan dan air tanah di sekitar area *land application* ditemukan kecenderungan peningkatan beberapa parameter pencemar, terutama BOD, COD, TSS, dan amonia, meskipun sebagian besar masih berada dalam ambang batas baku mutu. Hal ini mengindikasikan bahwa penerapan *land application* berpotensi memengaruhi kualitas air di sekitar lokasi apabila tidak dikelola dan dipantau secara berkelanjutan. Oleh karena itu, diperlukan pengawasan dan pengelolaan yang lebih optimal guna menjaga kelestarian sumber daya air dan keberlanjutan lingkungan.

Kata kunci: *land application, limbah cair kelapa sawit, kualitas air tanah, kualitas air permukaan, lingkungan.*

ABSTRACT

ANALYSIS OF GROUNDWATER AND SURFACE WATER QUALITY IN LAND APPLICATION AT PT. BRAHMA BINA BAKTI

Ria Hikmarina¹, Drs. Guntar Marolop Saragih, M. Si², Ir. Marhadi, ST, M.Si³

ABSTRACT

The implementation of land application technology in palm oil mills is one of the wastewater management methods aimed at reducing environmental pollution while improving soil fertility. However, the application of treated wastewater to land has the potential to affect the quality of groundwater and surface water in the surrounding area. This study aims to analyze the quality of groundwater and surface water in the land application area of PT. Brahma Bina Bakti, Muaro Jambi Regency, and to evaluate its compliance with applicable environmental quality standards. This study employed a descriptive quantitative method by collecting wastewater samples at the outlet of the wastewater treatment plant (WWTP), surface water samples from the Sekawan River (upstream and downstream points), and groundwater samples from monitoring wells and control wells. Sampling was conducted in accordance with SNI 8995:2021 and SNI 8990:2021, and laboratory analyses were carried out for pH, BOD, COD, TSS, and ammonia (NH₃). The analytical results were compared with surface water and groundwater quality standards based on Government Regulation Number 22 of 2021, as well as wastewater quality standards based on Regulation of the Minister of Environment and Forestry Number 5 of 2014. The results indicate that the wastewater quality at the WWTP outlet has met the established quality standards. However, surface water in the Sekawan River and groundwater around the land application area show a tendency for increased levels of several pollution parameters, particularly BOD, COD, TSS, and ammonia, although most values remain within the permissible limits. This indicates that land application has the potential to influence water quality in the surrounding area if not properly managed and monitored on a continuous basis. Therefore, improved management and regular monitoring are required to maintain water resource sustainability and environmental preservation.

Keywords: land application, palm oil mill effluent, groundwater quality, surface water quality, environment.

PRAKATA

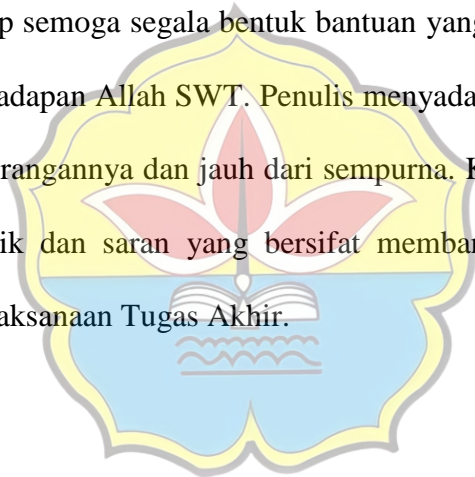
Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa sehingga Tugas Akhir dengan judul “ Analisis Kualitas Air Tanah dan Air Permukaan pada *Land Application* di PT. Brahma Bina Bakti” dapat diselesaikan. diajukan untuk melaksanakan Tugas Akhir dalam memenuhi persyaratan program pendidikan Strata 1 (S-1) pada Jurusan Fakultas Teknik Prodi Teknik Lingkungan Universitas Batanghari.

Teristimewa kepada kedua Orang tua tercinta dan tersayang Bapak H.Ikhsan, S. Pd dan Ibu Hj.Rahmah, S. Pd yang selalu memberikan doa yang terbaik dan telah memberikan dukungan moril maupun material hingga penulis bisa menyelesaikan Tugas akhir ini. Dengan setulus hati penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir Fakhrol Rozi Yamali, M. E selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari.
2. Bapak Drs. Guntar Marolop, S. M. Si, selaku Wakil Dekan I dan selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang selalu memberikan arahan dan bimbingan.
3. Bapak Ir. Marhadi, ST, M.Si selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang selalu memberikan arahan dan bimbingan.
4. Seluruh keluarga besar tercinta terutama Jamalludin Romi dan Ikhwan Algifari selaku abang yang selalu memberi dukungan, bantuan, doa serta hiburan hingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.

5. Kepada para sahabat Ayu, S.Pd, Dian Natasya, S.Si, Puputri, M.Pd, Siti Umami Khikmah, S.E, Tiya Muffidah, S.Psi, Agung Fattah Wijaya, S.IP, Ihwandi, S.S, Opal Eka Pratama, S.IP dan Yata Bangkit Qorizi, S.Or terima kasih telah menjadi sahabat, dan pendengar yang siap mendengarkan segala keluh kesah tanpa menghakimi, serta selalu memberi saran dan masukan serta motivasi yang membangun untuk segala masalah yang saya hadapi.
6. Seluruh teman-teman Teknik Lingkungan yang saling memberikan motivasi dan saran selama proses penyelesaian Laporan Tugas Akhir.

Penulis berharap semoga segala bentuk bantuan yang telah diberikan menjadi amal kebaikan di hadapan Allah SWT. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangannya dan jauh dari sempurna. Karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca demi perbaikan pelaksanaan Tugas Akhir.



Jambi, April 2026

Ria Hikmarina
2300825201021

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Limbah Cair Kelapa Sawit.....	7
2.2 Instalasi Pengolahan Limbah Cair PKS	8
2.3 <i>Land Application</i> (Aplikasi Lahan).....	9
2.4 Air Permukaan	13
2.5 Air Tanah	20
2.6 Dampak Limbah Cair PKS.....	22
2.7 Penelitian Terdahulu	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	26
3.1 Jenis Penelitian	26
3.2 Lokasi Penelitian	26
3.3 Alur Penelitian.....	28
3.4 Tahapan Penelitian	29
3.5 Variabel Penelitian	29
3.6 Teknik Pengambilan Sampel.....	29
3.6.1 Alat.....	30
3.6.2 Pengambilan Sampel Air Permukaan (SNI) 8995:20221	30
3.6.3 Pengambilan Sampel Air Tanah (SNI) 8995:2021	30
3.6.4 Pengambilan Sampel Air Limbah (SNI) 8990:2021	31
3.7 Analisis Data	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	32
4.2 Hasil Uji Kualitas Air Permukaan (Sungai Sekawan)	34

4.3 Hasil Uji Kualitas Air Tanah (Sumur Pantau dan Sumur Control) ..	35
4.4 Hasil Uji Kualitas Air Limbah (Outlet IPAL).....	44
4.5 Analisis Pengaruh Air Olahan Limbah PKS Terhadap Air Tanah dan Air Permukaan	46
4.5. 1 Pengaruh Air Limbah Olahan PKS Terhadap Air Tanah.....	48
4.5. 2 Pengaruh Air Limbah Olahan PKS Terhadap Air Permukaan	49
4.6 Evaluasi Kepatuhan Terhadap Baku Mutu Lingkungan	50
4.7 Implikasi Lingkungan <i>Land Application</i> di PT. Brahma Bina Bakti	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA.....	56
LAMPIRAN GAMBAR.....	58



DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Standar Kualitas Pome untuk Aplikasi ke Lahan	11
Tabel 2.2 Baku Mutu Air Permukaan PP No.22 Tahun 2021	15
Tabel 2.3 Baku Mutu Air Tanah PP No.22 Tahun 2021	21
Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu.....	24
Tabel 3.1 Titik Koordinat Pengambilan Sampel	26
Tabel 4.1 Hasil Uji Parameter Air Permukaan (Sungai Sekawan).....	34
Tabel 4.2 Hasil Uji Parameter Air Tanah (Sumur Pantau).....	36
Tabel 4.3 Hasil Uji Parameter Air Tanah (Sumur Control).....	40
Tabel 4.4 Hasil Uji Parameter Air Limbah (Outlet IPAL).....	44
Tabel 4.5 Hasil Uji Kruskal -Wallis	47



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3. 1 Peta Lokasi Penelitian PT.Brahma Bina Bakti.....	26
Gambar 3. 2 Diagram Alur Penelitian.....	27
Gambar 4. 1 Grafik Pengaruh Air Limbah Olahan PKS Terhadap Air Tanah.....	48
Gambar 4. 2 Grafik Pengaruh Air Limbah Olahan PKS Terhadap Air Permukaan	49



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Brahma Bina Bakti merupakan salah satu perusahaan perkebunan kelapa sawit yang berlokasi di Kabupaten Muaro Jambi. Perusahaan ini telah mengimplementasikan teknologi *land application* sebagai salah satu upaya pengelolaan limbah cair hasil proses pengolahan tandan buah segar (TBS). Teknologi ini memanfaatkan limbah cair yang telah melalui proses pengolahan di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dan diaplikasikan ke lahan perkebunan guna mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan sekaligus meningkatkan kesuburan tanah. Metode *land application* yang digunakan oleh perusahaan adalah metode *flat bed*, yang diterapkan pada area seluas 600 hektar. Aplikasi dilakukan secara rotasional tiga kali dalam setahun, dengan interval setiap empat bulan sekali.

Pabrik kelapa sawit milik PT. Brahma Bina Bakti merupakan pabrik kelapa sawit dengan kapasitas olahan mencapai 65 ton TBS per jam. Dari kapasitas tersebut, pabrik mampu menghasilkan minyak sawit dengan rendemen sekitar 21%, atau setara dengan $\pm 13,65$ ton minyak per jam. Selain itu, produksi minyak inti sawit (kernel) berkisar 5% dari TBS yang diolah, yaitu sekitar 3,25 ton kernel per jam. Limbah cair yang dihasilkan dari proses pengolahan mencapai sekitar 55% dari TBS yang diolah, yang berarti sekitar 858 m³ limbah cair per hari (dihitung dari 65 ton TBS/jam \times 24 jam \times 55%). Limbah cair ini kemudian diolah menggunakan sistem biologis berbasis proses perombakan oleh bakteri anaerob,

sebelum diaplikasikan ke lahan perkebunan. Luas keseluruhan area pabrik mencakup sekitar 5 hektare, dan kebutuhan air bersih untuk proses operasional dipenuhi dari sumber air permukaan, yakni sungai terdekat. Melalui penerapan teknologi *land application* yang tepat dan sistem pengolahan limbah cair yang berkelanjutan, PT. Brahma Bina Bakti berkomitmen terhadap pengelolaan lingkungan yang bertanggung jawab, sekaligus mendukung produktivitas lahan dan kelestarian sumber daya alam di sekitarnya.

Berdasarkan hasil pengujian kualitas air sungai Sekawan yang dilakukan oleh UPTD Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jambi tahun 2025 terhadap sampel air sungai di sekitar areal aplikasi limbah cair PT. Brahma Bina Bakti (Sungai Sekawan), diperoleh bahwa pada titik hulu dan hilir sungai terdapat perbedaan signifikan pada beberapa parameter kualitas air. Nilai pH air sungai di titik hulu tercatat sebesar 6,96, sementara di hilir menurun menjadi 6,72, namun keduanya masih berada dalam rentang normal sesuai baku mutu. Untuk parameter organik, nilai BOD meningkat dari 2,64 mg/l di hulu menjadi 3,96 mg/l di hilir, dan nilai COD naik dari 10,56 mg/l menjadi 15,84 mg/l. Demikian juga dengan kandungan TSS yang menunjukkan kenaikan dari 26 mg/l menjadi 32 mg/l. Selain itu, konsentrasi amonia (NH_3 -N) juga mengalami peningkatan dari 0,266 mg/l di hulu menjadi 0,384 mg/l di hilir.

Kenaikan nilai-nilai ini mengindikasikan adanya kenaikan bahan organik dan kontaminan di badan air setelah melalui areal aplikasi, yang dapat disebabkan oleh aktivitas *land application* limbah cair kelapa sawit. Hal ini menunjukkan bahwa pengelolaan dan pengawasan terhadap aplikasi limbah cair perlu dilakukan

secara ketat agar tidak memberikan tekanan terhadap kualitas air permukaan di sekitar lokasi kegiatan.

Teknologi *land application* diterapkan dengan mengalirkan limbah cair hasil IPAL ke lahan sawit untuk diserap tanaman atau meresap ke tanah (Lelyana *et al.*, 2013). Teknologi ini memang efisien, tetapi berpotensi memengaruhi kualitas air tanah dan permukaan. Penelitian Virgianti *et al.* (2014) menunjukkan bahwa lahan aplikasi memiliki nilai parameter kualitas air lebih tinggi dibandingkan lahan non-aplikasi. Rata-rata BOD tercatat 30,12 mg/l, meningkat dari 20,45 mg/l, sedangkan TSS naik drastis hingga 230 mg/l dibanding 66,6 mg/l. Konsentrasi amonia (NH_3) juga lebih tinggi, yaitu 5,91 mg/l dibanding 4,84 mg/l pada lahan non-aplikasi. Sementara itu, nilai pH pada kedua jenis lahan relatif stabil di angka 6,96, menunjukkan tidak ada perubahan berarti terhadap keasaman tanah. Namun, kadar DO lebih rendah pada lahan aplikasi (2,02 mg/l) dibanding non-aplikasi (2,35 mg/l), yang mengindikasikan meningkatnya aktivitas biologis penguraian bahan organik.

Berdasarkan uraian tersebut, terlihat bahwa penerapan *land application* di PT. Brahma Bina Bakti meskipun bertujuan untuk mengurangi dampak limbah cair sekaligus meningkatkan kesuburan tanah, berpotensi memengaruhi kualitas air tanah maupun air permukaan di sekitar areal aplikasi. Hasil pengujian kualitas air Sungai Sekawan serta temuan penelitian terdahulu menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan kandungan bahan organik dan parameter pencemar setelah melewati kawasan aplikasi. Kondisi ini menegaskan pentingnya evaluasi mendalam terhadap pengaruh *land application* tidak hanya pada produktivitas

lahan, tetapi juga terhadap kelestarian sumber daya air di sekitarnya. Oleh karena itu, penelitian ini mengambil judul “Analisis Kualitas Air Tanah dan Air Permukaan pada *Land Application* di PT. Brahma Bina Bakti” untuk memberikan gambaran ilmiah mengenai dampak teknologi tersebut serta mendukung upaya pengelolaan lingkungan yang lebih berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kualitas air tanah di kawasan *land application* PT. Brahma Bina Bakti?
2. Bagaimana kualitas air permukaan di kawasan *land application* PT. Brahma Bina Bakti?
3. Bagaimana pengaruh air limbah olahan PKS yang dialirkan ke lahan aplikasi terhadap air tanah dan air permukaan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis kualitas air tanah di kawasan *land application* PT. Brahma Bina Bakti.
2. Menganalisis kualitas air permukaan di kawasan *land application* PT. Brahma Bina Bakti.
3. Menganalisis pengaruh air limbah olahan PKS yang dialirkan ke lahan aplikasi terhadap air tanah dan air permukaan.

1.4 Batasan Masalah

Batasan dalam penelitian ini adalah:

1. Baku mutu air sungai PP 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Pelindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Lampiran IV.
2. Baku mutu air tanah PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Pelindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Lampiran IV (Kelas IV sesuai peruntukan pertanaman/perkebunan).
3. Baku mutu limbah cair KEPMEN LH No. 29 Tahun 2003.
4. Variable bebas dalam penelitian ini adalah parameter air limbah PKS.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah penulisan tugas akhir, maka sistematika Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab I, menguraikan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab II, menguraikan tentang teori-teori yang berhubungan dengan penelitian mengenai analisis kualitas air tanah dan air permukaan terhadap penerapan aplikasi lahan pada PT. Brahma Bina Bakti.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab III, menjelaskan tentang metode penelitian yang akan digunakan, alur penelitian dan pengambilan sampling analisis data.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil analisis kuantitatif artikel jurnal kajian literatur serta pembahasannya. Serta menjelaskan tentang permasalahan, evaluasi dan analisa pengolahan data terhadap masalah yang ada dilokasi penelitian.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisikan simpulan dan saran berdasarkan pembahasan yang telahdiuraikan dan disertai dengan saran yang ditujukan untuk penelitian yang selanjutnya atau penerapan hasil penelitian dilapangan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit

Limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) atau *Palm Oil Mill Effluent* (POME), merupakan produk samping cair yang dihasilkan dalam jumlah terbesar dari proses pengolahan tandan buah segar (TBS) menjadi minyak sawit mentah (*Crude Palm Oil* - CPO). LCPKS berasal dari berbagai unit pengolahan, terutama dari stasiun sterilisasi (air kondensat), stasiun klarifikasi (pemisahan minyak), dan hidrosiklon (pemisahan inti dan cangkang) (Lubis, 2008). Volume LCPKS yang dihasilkan diperkirakan sekitar 0,5 hingga 0,75 meter kubik untuk setiap ton TBS yang diolah (PERMENLHK No.5 Tahun 2014).

Karakteristik utama LCPKS adalah kandungan bahan organiknya yang sangat tinggi, yang ditandai dengan nilai *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang tinggi. LCPKS segar yang belum diolah memiliki konsentrasi BOD sekitar 25.000 mg/L dan COD sekitar 50.000 mg/L (Abdurahman *et al.*, 2013). Selain itu, LCPKS bersifat asam dengan pH antara 4,0 hingga 5,0, memiliki temperatur tinggi (80-90 °C) saat keluar dari proses produksi, dan mengandung padatan tersuspensi (*suspended solids*) serta nutrien seperti nitrogen (N) dan fosfor (P) dalam konsentrasi yang signifikan (Syafrudin & Mat-Soh, 2017). Karena konsentrasi polutan yang pekat ini, LCPKS tidak dapat dibuang langsung ke lingkungan tanpa pengolahan yang memadai karena berpotensi menyebabkan pencemaran berat pada badan air.

2.2 Instalasi Pengolahan Limbah Cair PKS

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada PKS umumnya menggunakan metode anaerobik karena efektivitasnya dalam menguraikan bahan organik dengan biaya rendah. Menurut SNI 6989.59:2008, sistem pengolahan harus melalui tahapan pretreatment, reaktor biologis, dan penanganan lanjutan sebelum limbah dialirkan ke media lingkungan atau digunakan kembali (BSN, 2008).

Untuk menurunkan beban pencemar LCPKS sebelum dibuang ke lingkungan atau dimanfaatkan lebih lanjut, setiap pabrik kelapa sawit diwajibkan memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Sistem pengolahan yang paling umum dan ekonomis digunakan di Indonesia adalah sistem kolam pengolahan biologis secara anaerobik, fakultatif, dan aerobik (Poh & Chong, 2009).

Sistem ini terdiri dari serangkaian kolam dengan fungsi yang berbeda-beda:

1. **Kolam Pendingin (*Cooling Pond*):** Berfungsi untuk menurunkan temperatur LCPKS dari 80-90 °C menjadi sekitar 40-45 °C agar sesuai untuk proses biologis berikutnya.
2. **Kolam Pengasaman (*Acidification Pond*):** Tahap awal penguraian senyawa organik kompleks menjadi asam-asam organik sederhana oleh bakteri asidogenik.
3. **Kolam Anaerobik:** Kolam utama untuk mendegradasi sebagian besar bahan organik. Bakteri metanogenik mengubah asam organik menjadi biogas

(metana, CH₄, dan karbon dioksida, CO₂). Proses ini secara signifikan menurunkan nilai BOD dan COD (Syafrudin & Mat-Soh, 2017).

4. **Kolam Fakultatif:** Proses degradasi bahan organik sisa terjadi baik secara aerobik di lapisan atas maupun anaerobik di lapisan bawah.
5. **Kolam Aerobik:** Dilakukan proses aerasi untuk memasok oksigen, sehingga mikroorganisme aerob dapat menguraikan sisa polutan organik dan amonia secara lebih efisien.

Setelah melalui serangkaian proses tersebut, efluen dari kolam terakhir diharapkan telah memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah sebelum dapat dibuang ke badan air atau diaplikasikan ke lahan.

2.3 Land Application (Aplikasi Lahan)

Land Application (Aplikasi Lahan) adalah salah satu metode pemanfaatan LCPKS yang telah diolah sebagai pupuk cair dan sumber air untuk tanaman, khususnya di area perkebunan kelapa sawit itu sendiri. Metode ini dianggap sebagai pendekatan "zero discharge" yang ramah lingkungan karena dapat mengurangi pencemaran badan air sekaligus memberikan nutrisi kembali ke tanah (PERMENLHK No.5 Tahun 2014). Pemanfaatan ini diatur secara resmi dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 28 Tahun 2003 tentang Pedoman Teknis Pengkajian Pemanfaatan Air Limbah dari Industri Minyak Sawit pada Tanah di Perkebunan Kelapa Sawit.

Syarat utama LCPKS dapat diaplikasikan ke lahan adalah kualitasnya harus memenuhi baku mutu yang ditetapkan, terutama parameter BOD yang tidak boleh melebihi 5.000 mg/L (KEPMEN LH No. 29 Tahun 2003). Rentang waktu

aplikasi lahan limbah cair PKS 3 kali per tahun atau setiap 4 bulan dengan dosis aplikasi limbah cair PKS adalah $750 \text{ m}^3/\text{Ha}/\text{tahun} = 7.5 \text{ cm}$ rey (Loekito, 2002).

Dalam pengelolaan limbah cair hasil proses pengolahan kelapa sawit, dikenal istilah POME (*Palm Oil Mill Effluent*). Limbah ini harus memenuhi standar baku mutu tertentu sebelum dapat dialirkan atau dimanfaatkan untuk aplikasi ke lahan. Hal ini penting untuk mencegah pencemaran lingkungan dan memastikan bahwa limbah tidak membahayakan kualitas tanah dan air di sekitarnya.

Tabel 2.1 Standar Kualitas POME untuk Aplikasi ke lahan

No	Parameter	Raw POME	POME (setelah melalui <i>anaerobic pond</i>)	LAND APPLICATION
1	pH	4-5	7,6	6-9
2	BOD (ppm)	25.000	4.000-5.000	5.000
3	COD (ppm)	50.000	1.000-1.500	-

Sumber : KEPMEN LH No. 29 Tahun 2003

Penerapan *land application* POME pada lahan kelapa sawit umumnya dilakukan dengan beberapa metode utama, yang masing-masing punya karakteristik dan pertimbangan sendiri. Pemilihan metode ini biasanya disesuaikan dengan kondisi lahan, topografi, ketersediaan alat, dan skala perkebunan. Pada penerapan *Land-Application* POME pada lahan kelapa sawit, terdapat beberapa metode di antaranya:

1. **Broad Application (Aplikasi Luas)**

Metode *Broad Application* ini intinya menyebarkan POME secara merata di permukaan tanah. Biasanya pakai alat semprot atau sistem irigasi yang

dirancang khusus. Cocok banget buat area yang luas karena POME bisa terserap alami ke dalam tanah. Kelebihannya, penyebaran nutrisi jadi lebih homogen di seluruh area. Tapi, ya ada kekurangannya juga; metode ini butuh lahan yang lumayan besar, dan kalau gak dikelola dengan baik, bau POME bisa jadi masalah lingkungan dan bikin tetangga protes. Selain itu, ada potensi limpasan kalau tanahnya jenuh atau curah hujan tinggi, yang bisa mencemari air permukaan.

2. *Furrow Application* (Aplikasi Alur)

Berbeda dengan *Broad Application*, *Furrow Application* lebih terarah. POME dialirkan melalui alur-alur kecil yang sengaja dibuat di antara barisan tanaman kelapa sawit. Metode ini memungkinkan POME langsung meresap di area perakaran tanaman, jadi penyerapan nutrisinya lebih efisien dan terfokus. Karena POME langsung masuk ke alur, potensi bau di udara juga bisa diminimalisir dibanding metode sebar luas. *Furrow Application* ini juga bisa lebih hemat dalam penggunaan POME karena target penyebarannya jelas.

3. *Tanker Application* (Aplikasi Tangki)

Tanker Application menggunakan truk tangki khusus yang dilengkapi dengan sistem semprot untuk menyemprotkan POME langsung ke area sekitar pokok kelapa sawit. Metode ini jadi pilihan yang pas banget buat lahan-lahan yang sulit dijangkau sama sistem irigasi permanen atau alat semprot lainnya. Fleksibilitasnya tinggi karena bisa menjangkau berbagai lokasi. Namun, ada beberapa hal yang perlu jadi perhatian diantaranya biaya operasionalnya cenderung lebih tinggi karena melibatkan bahan bakar dan tenaga kerja untuk truk. Selain itu, lalu lintas truk tangki yang berulang bisa menyebabkan

pemadatan tanah di area yang dilewati, yang tentunya kurang bagus buat kesehatan tanah dan pertumbuhan akar kelapa sawit.

Manfaat utama dari *land application* adalah kandungan unsur hara seperti Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), dan Magnesium (Mg) dalam LCPKS dapat menyuburkan tanah dan meningkatkan produktivitas tanaman, sehingga mengurangi ketergantungan pada pupuk anorganik (Habib *et al.*, 2011). Ketika LCPKS diaplikasikan ke tanah perkebunan, mikroorganisme tanah akan bekerja menguraikan bahan organik yang ada di LCPKS. Proses penguraian ini melepaskan unsur-unsur hara dalam bentuk yang bisa diserap oleh akar tanaman. Bahan organik LCPKS juga berfungsi memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK), yaitu kemampuan tanah menahan dan melepaskan nutrisi dan meningkatkan daya serap air tanah. Dengan begitu, tanah menjadi lebih subur, kemampuan tanah untuk menyimpan air dan nutrisi meningkat, serta aerasi (ketersediaan udara dalam tanah) menjadi lebih baik, yang semuanya sangat menguntungkan bagi pertumbuhan kelapa sawit.

Namun, penerapan *land application* harus dilakukan secara hati-hati dan terkontrol. Aplikasi yang berlebihan atau tidak sesuai prosedur berisiko menyebabkan pencemaran tanah, pencemaran air permukaan melalui aliran limpasan (*runoff*), dan perkolasi polutan ke dalam air tanah (Zainal *et al.*, 2012).

2.4 Air Permukaan

Air permukaan adalah semua bentuk air yang terdapat di permukaan tanah, seperti sungai, danau, rawa, dan waduk (Mahbubul dkk, 2023). Kualitas air permukaan sangat rentan terhadap pencemaran dari berbagai sumber, termasuk

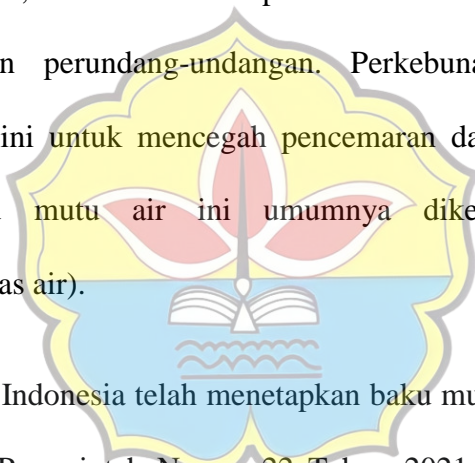
limbah industri, limbah domestik, dan aktivitas pertanian. Parameter kunci untuk menilai kualitas air permukaan meliputi parameter fisika (suhu, warna, bau, padatan terlarut/TDS), kimia (pH, BOD, COD, DO, nitrat, fosfat), dan biologi (kehadiran mikroorganisme patogen).

Perkebunan kelapa sawit, sebagai salah satu sektor agroindustri terbesar di Indonesia, tidak bisa dilepaskan dari peran penting air permukaan. Sumber daya air ini, mulai dari sungai, parit *drainase*, hingga danau buatan, menjadi nadi utama bagi keberlangsungan operasional perkebunan. Air permukaan digunakan untuk berbagai keperluan, seperti irigasi saat musim kemarau, pencucian di pabrik kelapa sawit (PKS), hingga sebagai jalur transportasi. Namun, aktivitas perkebunan sawit juga berpotensi memengaruhi kualitas air permukaan, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Limbah cair pabrik kelapa sawit, yang sering disebut sebagai *Palm Oil Mill Effluent* (POME), merupakan hasil samping dari proses pengolahan Tandan Buah Segar (TBS) menjadi minyak sawit mentah. Limbah ini memiliki kandungan bahan organik yang tinggi dan berbagai senyawa terlarut seperti protein, lemak, karbohidrat, serta zat-zat organik kompleks lain yang berasal dari olahan buah sawit. Aplikasi limbah POME di lahan perkebunan dapat menyebabkan perubahan kualitas air, termasuk parameter seperti *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), TSS, ammonia, dan DO pada badan air (seperti sungai atau cekungan air) karena limpasan dan pengaruh aliran tanah ke sumber air permukaan, terutama selama musim kemarau jika tidak ada pengenceran yang cukup (Virgianti *et al.*, 2014).

Air permukaan di area perkebunan kelapa sawit memiliki peran ganda sebagai sumber daya vital dan sekaligus indikator kesehatan lingkungan. Keberadaan air yang cukup dan berkualitas ini baik sangat menunjang produktivitas tanaman sawit. Saat musim kemarau, irigasi menggunakan air permukaan dari parit atau sungai menjadi penyelamat agar tanaman tidak kekeringan. Di sisi PKS, air permukaan juga jadi bahan baku utama untuk proses pengolahan buah kelapa sawit, misalnya untuk sterilisasi tandan buah segar (TBS) atau pencucian.

Di Indonesia, baku mutu air permukaan diatur secara spesifik dalam beberapa peraturan perundang-undangan. Perkebunan kelapa sawit wajib mematuhi standar ini untuk mencegah pencemaran dan menjaga keberlanjutan lingkungan. Baku mutu air ini umumnya dikelompokkan berdasarkan peruntukannya (kelas air).



Pemerintah Indonesia telah menetapkan baku mutu kualitas air permukaan melalui Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Peraturan ini mengklasifikasikan kualitas air menjadi beberapa kelas seperti pada tabel berikut:

Tabel 2.2 Baku Mutu Air Permukaan PP No.22 Tahun 2021

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu			
			Kelas I	Kelas II	Kelas III	Kelas IV
1	pH		6-9	6-9	6-9	6-9
2	Suhu	°C	± 3 suhu udara	± 3 suhu udara	± 3 suhu udara	± 3 suhu udara
3	BOD	mg/L	2	3	6	12
4	COD	mg/L	10	25	40	80
5	TSS	mg/L	40	50	100	400
6	NH ₃	mg/L	0,1	0,2	0,5	-

7	TDS	mg/L	1.000	1.000	1.000	2.000
8	Oksigen Terlarut DO	mg/L	6	4	3	1
9	Sulfat (SO_4^{2-})	mg/L	300	300	300	400
10	Klorida (Cl^-)	mg/L	300	3003	300	600
11	Nitrat	mg/L	10	10	20	20
12	Nitrit	mg/L	0,06	0,06	0,06	-
13	Amoniak	mg/L	0,1	0,2	0,5	-
14	Total Nitrogen	mg/L	15	15	25	-
15	Total Fosfat	mg/L	0.2	0,2	1	-
16	Sianida (CN^-)	mg/L	0,02	0,02	0,02	-
17	Cadmium (Cd)	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01
18	Cuprum (Cu)	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,02
19	Timbal (Pb)	mg/L	0,03	0,03	0,03	0,5
20	Zink (Zn)	mg/L	0,05	0,05	0,05	2

Sumber : PP No. 22 Tahun 2021

Ket:

- Kelas I: Air yang dapat digunakan untuk air minum tanpa pengolahan terlebih dahulu.
- Kelas II: Air yang dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air irigasi, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas III: Air yang dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air irigasi, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas IV: Air yang dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Untuk menilai kualitas air permukaan, kita perlu mengukur beberapa parameter kunci, diantaranya:

1. pH (*Potensial Hidrogen*)

pH adalah ukuran keasaman atau kebasaan suatu larutan. Skala pH berkisar dari 0 hingga 14, di mana pH 7 menunjukkan netral, pH di bawah 7 menunjukkan asam, dan pH di atas 7 menunjukkan basa. pH air sangat memengaruhi kelangsungan hidup organisme akuatik karena sebagian besar organisme punya rentang pH optimal untuk bertahan hidup. Perubahan pH yang drastis bisa menyebabkan stres pada organisme, bahkan kematian. Misalnya, air yang terlalu asam (pH rendah) bisa melarutkan logam berat dari sedimen yang kemudian menjadi toksik bagi ikan. Sebaliknya, air yang terlalu basa (pH tinggi) juga bisa merusak insang ikan.

2. Suhu

Suhu air adalah salah satu parameter fisik paling mendasar dan krusial. Suhu memengaruhi banyak proses fisik, kimia, dan biologi di perairan. Kenaikan suhu air bisa mengurangi kelarutan oksigen (DO), padahal oksigen sangat dibutuhkan oleh organisme akuatik untuk respirasi. Selain itu, suhu yang lebih tinggi juga mempercepat laju reaksi kimia dan metabolisme organisme, sehingga meningkatkan kebutuhan oksigen mereka. Perubahan suhu yang ekstrem bisa menyebabkan stres termal pada ikan dan organisme lain, bahkan mengubah komposisi komunitas biologis di suatu perairan. Sumber peningkatan suhu air bisa dari pembuangan air pendingin industri atau perubahan iklim.

3. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD (*Chemical Oxygen Demand*) mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi semua bahan organik dan anorganik yang ada

dalam sampel air secara kimia. Artinya, COD memberikan gambaran total beban polusi organik dan anorganik yang dapat dioksidasi. Angka COD yang tinggi menunjukkan banyaknya polutan yang bisa dioksidasi di dalam air. Meskipun tidak secara langsung menunjukkan toksisitas, COD tinggi menandakan bahwa perairan tersebut menerima beban polutan yang signifikan, yang berpotensi mengurangi DO saat bahan-bahan tersebut terurai secara biologis. COD sering digunakan sebagai indikator cepat untuk menilai tingkat pencemaran, terutama pada limbah industri, karena pengukurannya lebih cepat daripada BOD.

4. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD (*Biological Oxygen Demand*) adalah ukuran jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme (terutama bakteri) untuk menguraikan bahan organik yang dapat didegradasi secara biologis dalam sampel air selama periode waktu tertentu (umumnya 5 hari pada suhu 20°C, dikenal sebagai BOD₅). Angka BOD yang tinggi mengindikasikan adanya sejumlah besar bahan organik yang dapat terurai secara hayati. Jika bahan organik ini terlalu banyak, mikroorganisme akan mengonsumsi oksigen terlarut dalam jumlah besar, menyebabkan penipisan oksigen di dalam air (DO rendah). Kondisi DO yang rendah sangat berbahaya bagi kehidupan akuatik seperti ikan, serangga air, dan mikroorganisme lain yang membutuhkan oksigen untuk bertahan hidup. BOD adalah parameter kunci untuk menilai pencemaran dari limbah domestik dan industri makanan.

5. Total Dissolved Solids (TDS)

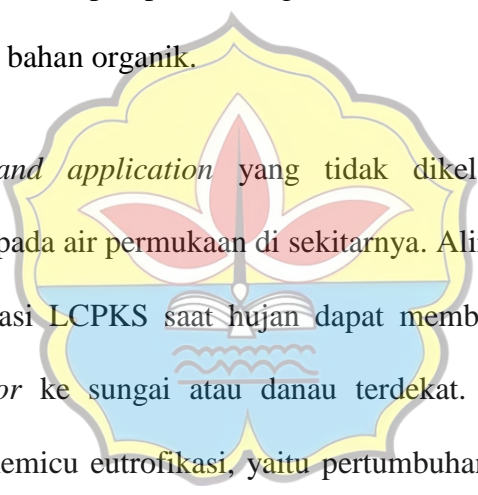
Total Dissolved Solids (TDS) merupakan parameter kualitas air yang menggambarkan jumlah keseluruhan zat padat terlarut dalam air, seperti garam mineral, ion logam, dan senyawa anorganik maupun organik dalam bentuk terlarut. Nilai TDS yang tinggi menunjukkan banyaknya kandungan zat terlarut yang dapat memengaruhi sifat fisik dan kimia air, termasuk rasa, tingkat kesadahan, serta kemampuan air dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Dalam konteks pertanian, khususnya perkebunan kelapa sawit, kadar TDS yang masih dalam batas wajar umumnya tidak menimbulkan dampak negatif, namun nilai TDS yang terlalu tinggi dapat mengganggu penyerapan air dan unsur hara oleh akar tanaman, sehingga berpotensi menurunkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman.

6. TSS (*Total Suspended Solids*)

TSS (*Total Suspended Solids*) mengukur jumlah padatan yang tersuspensi atau melayang di dalam air dan dapat tertahan oleh filter. Padatan ini bisa berupa partikel tanah, lumpur, alga, bahan organik, atau sisa-sisa limbah. TSS yang tinggi bisa menyebabkan air menjadi keruh, menghalangi penetrasi cahaya matahari ke dalam kolom air, yang pada gilirannya mengurangi laju fotosintesis oleh tumbuhan air. Selain itu, TSS yang mengendap di dasar perairan bisa menutupi habitat dasar, merusak insang ikan, atau membawa serta adsorpsi polutan lain seperti logam berat dan pestisida. Sumber TSS biasanya berasal dari erosi tanah, limpasan pertanian, atau pembuangan limbah yang tidak diolah.

7. NH^3 (Amonia)

NH^3 (Amonia) adalah bentuk nitrogen yang larut dalam air. Amonia di perairan bisa berasal dari dekomposisi bahan organik (misalnya, sisa tanaman atau hewan mati), limbah domestik (urin dan feses), atau pembuangan limbah industri. Konsentrasi amonia yang tinggi, terutama dalam bentuk amonia tak-terionisasi (NH^3), sangat toksik bagi kehidupan akuatik seperti ikan. Toksisitas amonia ini dipengaruhi oleh pH dan suhu air; semakin tinggi pH dan suhu, semakin banyak amonia dalam bentuk tak-terionisasi yang lebih beracun. Amonia yang teroksidasi juga dapat menyebabkan penipisan oksigen terlarut di dalam air, mirip dengan proses dekomposisi bahan organik.



Aktivitas *land application* yang tidak dikelola dengan baik dapat berdampak negatif pada air permukaan di sekitarnya. Aliran limpasan (*runoff*) dari lahan yang diaplikasi LCPKS saat hujan dapat membawa sisa bahan organik, *nitrogen*, dan *fosfor* ke sungai atau danau terdekat. Peningkatan konsentrasi nutrisi ini dapat memicu eutrofikasi, yaitu pertumbuhan alga dan eceng gondok yang tidak terkendali, yang akan menurunkan kadar oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen - DO*) dan mengancam kehidupan biota air (Nasution *et al.*, 2020).

2.5 Air Tanah

Di perkebunan kelapa sawit, air tanah memegang peran vital, terutama sebagai sumber air bagi tanaman saat musim kemarau atau ketika curah hujan tidak mencukupi. Akar kelapa sawit bisa menjangkau lapisan tanah yang lebih dalam untuk menyerap air tanah, memastikan ketersediaan air yang konstan untuk proses fotosintesis dan pertumbuhan. Selain itu, air tanah juga berperan dalam

mengatur siklus hara di dalam tanah, membantu melarutkan unsur-unsur hara sehingga bisa diserap oleh tanaman.

Namun, dinamika air tanah di perkebunan sawit ini kompleks dan bisa dipengaruhi oleh beberapa faktor. Penerapan *land application* LCPKS memiliki potensi risiko terhadap pencemaran air tanah. Polutan dari LCPKS, seperti nitrat (NO_3^-), logam berat (jika ada), dan senyawa organik terlarut, dapat meresap (berperkolasi) melalui lapisan tanah dan mencapai akuifer air tanah (Zainal *et al.*, 2012). Proses perkolasi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti laju aplikasi limbah, jenis dan permeabilitas tanah, serta kedalaman muka air tanah. Air tanah yang tersimpan dibawah permukaan tanah akan mengalir menuju sungai disebut dengan aliran air tanah.

Pengendalian kualitas air dilakukan berdasarkan baku mutu air lingkungan yang ditetapkan menurut kelas dan peruntukan air. Meskipun PP No. 22 Tahun 2021 secara khusus mengatur baku mutu air permukaan, ketentuan tersebut dapat digunakan sebagai acuan teknis dalam penilaian kualitas air tanah yang dimanfaatkan untuk kegiatan pertanian. Untuk peruntukan pertanaman/perkebunan, kualitas air tanah mengacu pada Baku Mutu Air Kelas IV, yaitu air yang dapat digunakan untuk mengairi tanaman dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama. Parameter kualitas air yang dipantau meliputi parameter fisika, kimia, dan biologi, antara lain pH, BOD, COD, TSS, nutrien (nitrat dan amonia), serta kandungan logam berat, yang nilainya harus berada di bawah ambang batas sesuai ketentuan dalam PP No. 22 Tahun 2021 pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.3 Baku Mutu Air Tanah PP No.22 Tahun 2021

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu			
			Kelas I	Kelas II	Kelas III	Kelas IV
1	pH		6-9	6-9	6-9	6-9
2	Suhu	°C	± 3 suhu udara	± 3 suhu udara	± 3 suhu udara	± 3 suhu udara
3	BOD	mg/L	2	3	6	12
4	COD	mg/L	10	25	40	80
5	TSS	mg/L	40	50	100	400
6	NH ₃	mg/L	0,1	0,2	0,5	-
7	TDS	mg/L	1.000	1.000	1.000	2.000
8	Oksigen Terlarut DO	mg/L	6	4	3	1
9	Sulfat (SO ₄ ²⁻)	mg/L	300	300	300	400
10	Klorida (Cl ⁻)	mg/L	300	3003	300	600
11	Nitrat	mg/L	10	10	20	20
12	Nitrit	mg/L	0,06	0,06	0,06	-
13	Amoniak	mg/L	0,1	0,2	0,5	-
14	Total Nitrogen	mg/L	15	15	25	-
15	Total Fosfat	mg/L	0.2	0,2	1	-
16	Sianida (CN ⁻)	mg/L	0,02	0,02	0,02	-
17	Cadmium (Cd)	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01
18	Cuprum (Cu)	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,02
19	Timbal (Pb)	mg/L	0,03	0,03	0,03	0,5
20	Zink (Zn)	mg/L	0,05	0,05	0,05	2

Sumber : PP No. 22 Tahun 2021

Ket:

- Kelas I: Air yang dapat digunakan untuk air minum tanpa pengolahan terlebih dahulu.
- Kelas II: Air yang dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air irigasi, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas III: Air yang dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air irigasi, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

- Kelas IV: Air yang dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2.6 Dampak Limbah Cair PKS

Dampak LCPKS terhadap lingkungan dapat bersifat positif maupun negatif, tergantung pada sistem pengelolaan dan pemanfaatannya. Tanpa pengolahan yang memadai, pembuangan LCPKS secara langsung ke lingkungan akan menimbulkan dampak negatif. Parameter bahan organik yang sangat tinggi misalnya BOD yang melebihi 5.000 mg/L akan menyebabkan penurunan drastis kadar oksigen terlarut (DO) di badan air, sehingga mematikan ikan dan biota air lainnya (Poh & Chong, 2009). Selain itu, LCPKS yang tidak diolah dapat mencemari tanah, membuatnya menjadi asam dan tidak produktif. Dari segi emisi, kolam pengolahan LCPKS, terutama kolam anaerobik, melepaskan gas metana (CH_4) yang merupakan salah satu gas rumah kaca dengan potensi pemanasan global 25 kali lebih kuat daripada karbon dioksida (CO_2) (Syafudin & Mat-Soh, 2017).

Di sisi lain, dengan pengelolaan yang tepat melalui IPAL dan pemanfaatan melalui skema *land application*, LCPKS dapat memberikan dampak positif. Pemanfaatan sebagai pupuk organik dapat meningkatkan kesuburan tanah, mengurangi biaya pemupukan, dan mendukung praktik pertanian berkelanjutan (Habib *et al.*, 2011). Oleh karena itu, analisis terhadap kualitas air permukaan dan air tanah di sekitar area *land application* menjadi sangat penting untuk

memastikan bahwa manfaat yang diperoleh tidak disertai dengan risiko pencemaran lingkungan jangka panjang.

2.7 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini mengambil beberapa penelitian yang menjadi bahan perbandingan dan referensi. Beberapa penelitian yang relevan dan menjadi bahan acuan referensi dituliskan dalam bentuk tabel matriks penelitian seperti pada tabel berikut:



Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu

No	Nama	Judul	Tujuan	Hasil
1	Age Mulyanto, Iing Nasihin, dkk (2023)	Pengaruh Limbah Cair Kelapa Sawit terhadap Kualitas Air Tanah di PT. Nusantara Sawit Persada	Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat cemaran limbah cair pabrik kelapa sawit terhadap kualitas air tanah di kawasan PT. Nusantara Sawit Persada.	Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun limbah cair dari pabrik kelapa sawit diolah terlebih dahulu dengan sistem IPAL sebelum dialirkan ke lahan aplikasi, ada potensi cemaran yang masih dapat masuk ke air tanah. Namun, hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa kualitas air tanah masih berada di bawah ambang batas sesuai Permenkes No. 32 Tahun 2017. Hal ini menunjukkan bahwa proses pengolahan limbah telah berjalan cukup baik, meski tetap dibutuhkan pemantauan secara berkala untuk memastikan tidak adanya akumulasi cemaran dalam jangka panjang.
2	Muhammad Nur (2013)	Analisis Pemanfaatan Limbah Cair Industri Kelapa Sawit untuk <i>Land Application</i>	Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemanfaatan limbah cair industri kelapa sawit yang diolah menggunakan bioreaktor anaerob untuk diaplikasikan ke lahan (<i>land application</i>).	Berdasarkan hasil penelitian, limbah cair kelapa sawit yang diolah menggunakan bioreaktor anaerob menunjukkan nilai pH yang stabil di antara 6,4–7,2 dan kandungan COD yang menurun signifikan hingga mencapai 6.666,7 mg/L pada laju alir 2.500 L/hari. Nilai-nilai ini masih berada dalam batas yang diperbolehkan untuk digunakan sebagai pupuk cair melalui metode <i>land application</i> . Oleh karena itu, penelitian ini menyimpulkan bahwa pemanfaatan limbah cair sebagai pupuk di lahan kelapa sawit cukup efektif asalkan melalui proses pengolahan anaerobik yang sesuai standar.
3	Lufika Marsudi, Winardi Yusuf (2014)	Virgianti, Pengaruh <i>Land Application</i> terhadap Kualitas Air Tanah dan Air Permukaan di	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh <i>land</i>	Penelitian ini menunjukkan bahwa metode <i>land application</i> memang memberikan pengaruh terhadap kualitas air tanah dan air permukaan, terutama pada musim kering. Nilai parameter seperti BOD, TSS, dan NH ₃ di lahan aplikasi lebih tinggi

	Kawasan PT. MISP Bengkayang	<i>application</i> terhadap kualitas air tanah dan air permukaan di kawasan perkebunan dan untuk mengetahui penyebaran kontaminan yang ada pada lahan aplikasi dan lahan non aplikasi PT.MISP Bengkayang.	dibandingkan lahan kontrol (non-aplikasi), meskipun pH tetap stabil dalam batas normal. Penyebaran kontaminan dipengaruhi oleh faktor topografi, kedalaman muka air tanah, dan vegetasi. Oleh karena itu, meskipun <i>land application</i> memberikan manfaat sebagai pupuk organik, tetap harus diperhatikan pengaruhnya terhadap kualitas lingkungan, terutama pada musim kering yang memperkecil proses pengenceran alami.	
4	Kristina Daundi, Markus H. Langsa & Alfhons D. Sirampun (2022)	The Effect of Using Palm Oil Mill Effluent on Water Quality in Palm Oil Land PT. PMP in Maybrat District	Membandingkan data laboratorium groundwater & surface water sebelum/sesudah aplikasi	Karakterisasi menunjukkan BOD pada final pond 5.270 mg/L (hampir memenuhi baku mutu 5.000 mg/L), turun drastis dari BOD awal ~21.280 mg/L. Aplikasi LCPKS menyebabkan penurunan kualitas baik groundwater maupun surface water, terlihat dari peningkatan indeks pencemaran dan status mutu. Artinya, meski limbah sudah terolah, aplikasinya tetap menurunkan mutu air jika dosis dan injeksi tidak diatur secara tepat.
5	Samuel Nta, I. J. Udom & S. O. Udo (2020)	Investigation of Palm Oil Mill Effluent Pollution Impact on Groundwater Quality and Agricultural Soils	Studi lapangan: pengambilan sampel raw POME & air tanah (upstream/downstream), Uji parameter air: pH, EC, salinitas, BOD ₅ , COD, TDS, TSS, DO, dll, Uji karakteristik tanah: pH, TOC, N, P, K, Ca, Mg, CEC	Air tanah di titik dekat pembuangan raw POME menunjukkan kenaikan BOD ₅ , COD, TSS dan penurunan DO di atas ambang standar irigasi (Kelas 4). Tanah di sekitar titik aplikasi juga tercemar, terlihat dari peningkatan TOC, TOM, total nitrogen, dan pertukaran kation (K, Ca, Mg). Kesimpulannya, aplikasi POME tanpa pra-pengolahan optimal dan kendali dosis jelas memicu degradasi kualitas air tanah dan kesuburan tanah di area perkebunan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif. Berlokasi di lahan aplikasi PT. Brahma Bina Bakti di kecamatan Sekernan kabupaten Muaro Jambi. pengumpulan data dilakukan melalui observasi, dokumentasi dan pengambilan sampel air di PT. Brahma Bina Bakti.

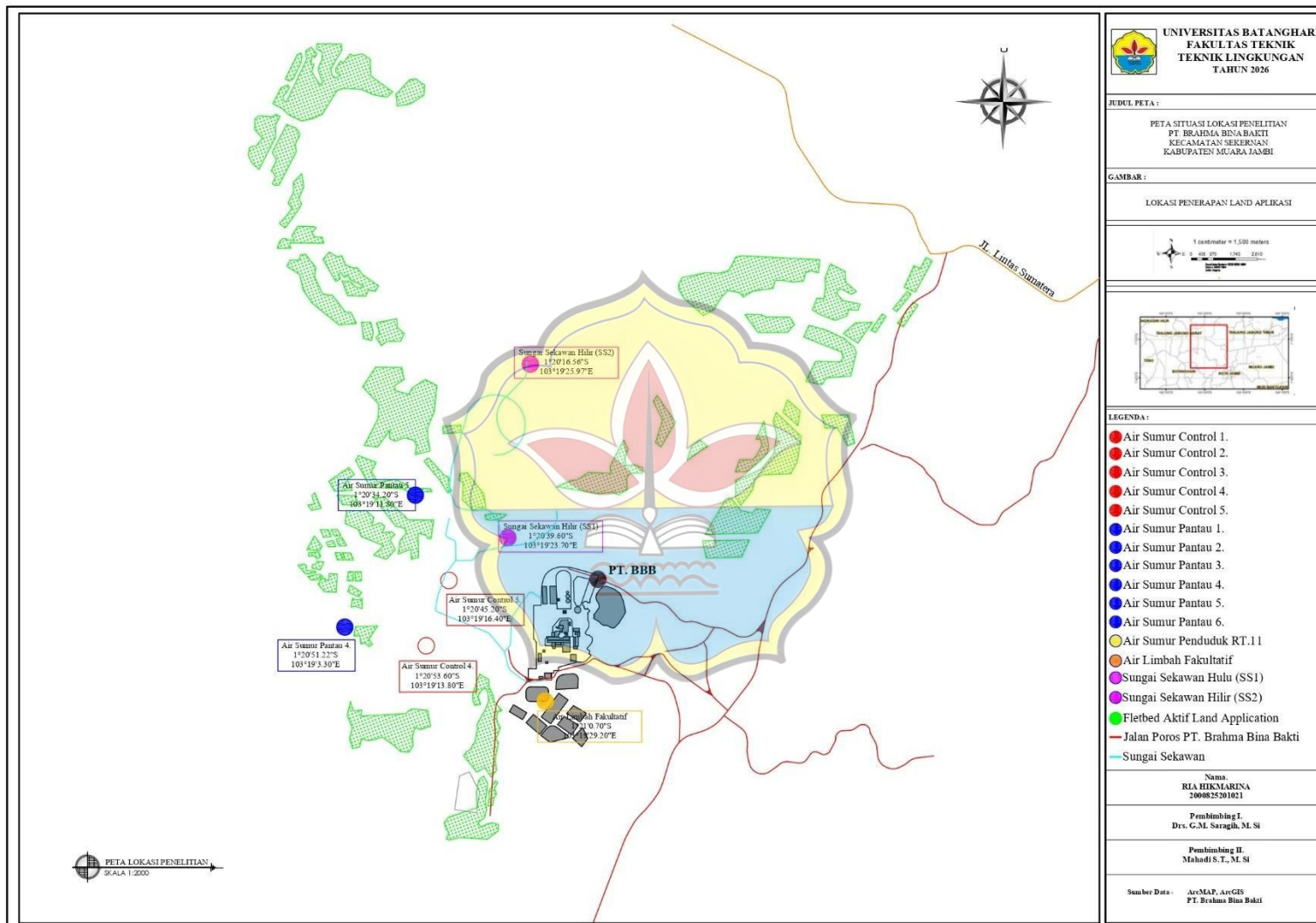
3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel kualitas air permukaan dan air tanah berada di wilayah PT. Brahma Bina Bakti, Kecamatan Sekernan, Kabupaten Muaro Jambi. Pengambilan sampel dilakukan pada beberapa titik yang mewakili kondisi area yang bersinggungan langsung dengan aktivitas aplikasi lahan serta area yang tidak bersinggungan dengan aplikasi lahan, sehingga dapat menggambarkan perbedaan kualitas air berdasarkan aktivitas di sekitar lokasi. Rincian titik pengambilan sampel disajikan pada Tabel 3.1, sedangkan sebaran dan posisi lokasi pengambilan sampel ditampilkan pada Gambar 3.1.

Tabel 3.1 Titik Koordinat Pengambilan Sampel

No	Kode Titik	Lokasi/Titik Sampel	Koordinat (Lintang)	Koordinat (Bujur)
1	T1	Outlet IPAL	S 1°21'0.70"	E 103°19'29.20"
2	T2	Hulu Sungai Sekawan	S 1°20'39.60"	E 103°19'23.70"
3	T3	Hilir Sungai Sekawan	S 1°20'16.56"	E 103°19'25.97"
4	SC4	Sumur Control 4	S 1°20'53.60"	E 103°19'13.80"
5	SC5	Sumur Control 5	S 1°20'45.20"	E 103°19'16.40"
6	SP4	Sumur Pantau 4	S 1°20'51.22"	E 103°19'3.30"
7	SP5	Sumur Pantau 5	S 1°20'34.80"	E 103°19'11.80"

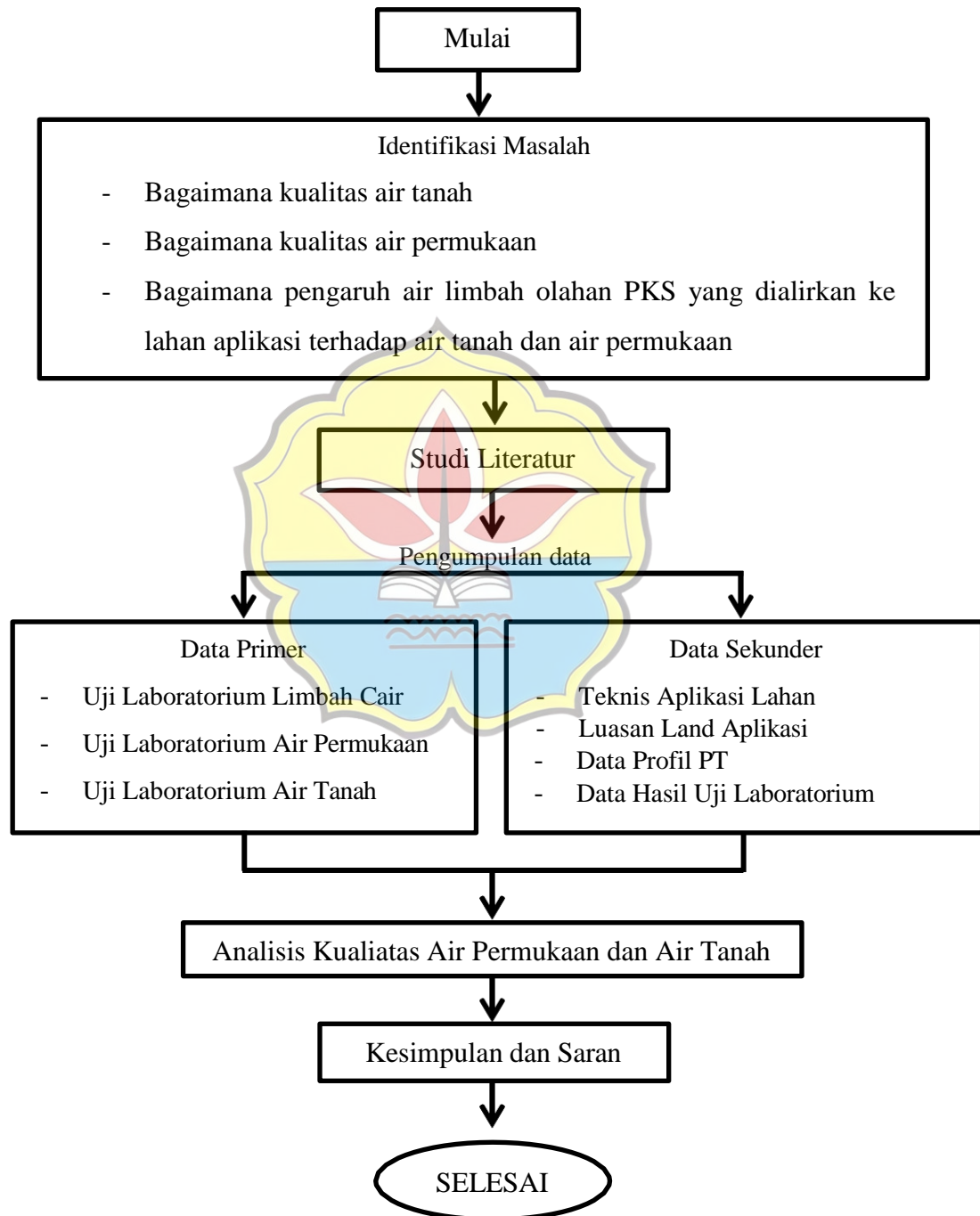
Sumber : PT. Brahma Bina Bakti (2025)



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian PT. Brahma Bina Bakti

3.3 Alur Penelitian

Alur penelitian dibuat dengan tujuan untuk mendapatkan langkah-langkah sistematis dalam melakukan tahapan dari penelitian ini. Alur penelitian dijelaskan pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian

3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan Penelitian sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat yang akan dibutuhkan untuk mengambil sampel air.
2. Menentukan titik pengambilan sampel air.
3. Pengambilan sampel air permukaan dan air tanah berdasarkan SNI 8995:2021 tentang Metode Pengambilan Contoh Uji Air untuk Pengujian Fisika dan Kimia.
4. Pengambilan sampel air limbah berdasarkan SNI 8990:2021 tentang Metode Pengambilan Contoh Uji Air Limbah untuk Pengujian Fisika dan Kimia.

3.5 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian adalah:

1. Variabel Terikat

Kualitas air permukaan menurut PP No. 22 Tahun 2021 dan Kualitas air tanah menurut PP No. 22 Tahun 2021 (Kelas IV sesuai peruntukan pertanaman/perkebunan).

2. Variabel Bebas

Parameter air limbah PKS

3.6 Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel air permukaan dan air tanah dilakukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 8995:2021 tentang Pengambilan Contoh Air – Bagian 1: Pedoman Umum. Sedangkan untuk pengambilan sampel air limbah dilakukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 8990:2021 tentang Metode Pengambilan Contoh Uji Air Limbah untuk Pengujian Fisika dan Kimia.

Proses pengambilan sampel dilakukan selama 1 hari dengan 1 kali sampling sampel air.

3.6.1 Alat

Persiapan pengambilan sampel air permukaan dan air tanah dalam penelitian ini dibutuhkan alat sebagai berikut:

5. pH Meter;
6. Pemberat (Besi);
7. Termometer;
8. Gayung;
9. Ember *Stainless*;
10. Tali.

3.6.2 Pengambilan Sampel Air Permukaan (SNI) 8995:2021

Prosedur:

1. Ambil sampel di tengah badan air jika memungkinkan, atau di tepi dengan arus tenang.
2. Hindari menimbulkan kekeruhan saat mengambil sampel.
3. Isi botol secara perlahan hingga penuh, hindari gelembung udara.
4. Tutup rapat dan beri label sesuai identitas titik sampling.
5. Simpan dalam cool box bersuhu $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ dan kirim ke laboratorium dalam waktu maksimal 24 jam.

3.6.3 Pengambilan Sampel Air Tanah (SNI) 8995:2021

Prosedur:

1. Bersihkan alat-alat sebelum digunakan.

2. Jika pengambilan dari kran, biarkan air mengalir selama 3–5 menit sebelum diambil.
3. Ambil sampel langsung ke dalam botol, hindari pencemaran silang.
4. Isi botol hingga penuh dan tutup rapat.
5. Simpan dalam cool box bersuhu $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$, dan segera dikirim ke laboratorium maksimal dalam waktu 24 jam.

3.6.4 Pengambilan Sampel Air Limbah (SNI) 8990:2021

1. Lakukan pengukuran debit air limbah pada titik pengambilan contoh uji.
2. Siapkan alat pengambil contoh uji.
3. Bilas alat pengambil contoh uji dengan air limbah yang akan diambil minimal tiga kali pembilasan.
4. Ambil sejumlah volume contoh uji sesuai parameter yang akan diuji dengan teknik pengambilan contoh uji sesaat atau komposit pada titik pengambilan contoh uji.
5. Masukkan contoh uji kedalam wadah kemudian ukur suhu dan pH contoh uji.
6. Catat identitas pada label setiap wadah yang telah berisi contoh uji, kemudian simpan contoh uji.

3.7 Analisis Data

Pada penelitian deskriptif kuantitatif, kegiatan analisis data meliputi pengolahan, penyajian ketersediaan data, dan melakukan perbandingan parameter air permukaan dan air tanah pada lahan yang bersinggungan langsung dengan lahan aplikasi dan lahan yang tidak bersinggungan langsung dengan lahan aplikasi serta menganalisis pengaruh air limbah olahan PKS aplikasi terhadap air tanah dan air permukaan menggunakan menggunakan perangkat lunak statistik SPSS.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Pabrik PT. Brahma Bina Bakti termasuk pabrik model lama yang masih menggunakan sistem *hoisting crane* dengan kapasitas olah sebesar 65 ton Tandan Buah Segar (TBS) per jam. Dari proses pengolahan tersebut, pabrik mampu menghasilkan minyak sawit (CPO) sekitar 21% dari jumlah TBS yang diolah, serta minyak inti sawit (kernel) sekitar 5% dari total TBS olah. Luas area pabrik secara keseluruhan adalah sekitar 5 hektar, dan sumber air bersih yang digunakan untuk kegiatan operasional berasal dari air permukaan sungai di sekitar lokasi pabrik.

Limbah cair yang dihasilkan berasal dari beberapa proses, yaitu dari stasiun sterilisasi, stasiun klarifikasi, buangan *hydro cyclone*, serta air pencucian lantai dan mesin (*housekeeping*). Limbah cair tersebut memiliki kandungan bahan organik yang tinggi dengan nilai BOD sekitar 25.000 ppm, sehingga tidak dapat langsung dibuang ke lingkungan. Oleh karena itu, limbah cair terlebih dahulu diolah melalui Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang dimiliki perusahaan. Sistem pengolahan limbah yang digunakan adalah sistem biologis menggunakan bakteri anaerob, dengan tujuan menurunkan kadar pencemar agar sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan.

IPAL di PT. Brahma Bina Bakti terdiri dari 12 kolam (*pond*) yang berfungsi secara berurutan. Proses pengolahan dimulai dari *cooling pond* untuk menurunkan

suhu limbah hingga sekitar 40°C. Selanjutnya limbah dialirkan ke *acidification/seeding pond* untuk proses pengasaman secara anaerob agar pH limbah menjadi netral. Setelah itu, limbah masuk ke *primary anaerobic pond* untuk menguraikan senyawa kompleks menjadi lebih sederhana yang ditandai dengan terbentuknya gas metana dan karbon dioksida. Proses ini dilanjutkan ke *secondary anaerobic pond* sebagai tahap penguraian lanjutan dengan target penurunan BOD hingga kurang dari 5.000 ppm.

Limbah cair yang telah diolah kemudian dimanfaatkan pada lahan perkebunan kelapa sawit melalui sistem *land application* dengan metode *flat bed (longbed)*. Total luas area *land application* mencapai sekitar 600 hektare. Berdasarkan izin yang dikeluarkan oleh Pemerintah Daerah melalui Keputusan Bupati Muaro Jambi Nomor 299 Tahun 2011, luas lahan yang diizinkan untuk aplikasi limbah adalah 300 hektar, dengan luas lahan yang telah teraplikasi sampai saat ini sebesar 101,11 hektar dan jumlah *longbed* sebanyak 2.164 unit.

Pelaksanaan *land application* dilakukan secara rotasi sebanyak 3 kali dalam satu tahun, atau setiap 4 bulan sekali, dengan dosis aplikasi sebesar 1.200 m³/ha/tahun. Di setiap gawangan mati tanaman kelapa sawit dibuat *longbed* dengan ukuran 3 m × 2 m × 0,5 m dan kapasitas sekitar 2,4 m³ per *longbed*, dengan kebutuhan sekitar 85 *longbed* per hektar. Limbah cair dialirkan ke *longbed* melalui pipa-pipa yang telah dilengkapi kran di setiap jalurnya. Pengaliran dilakukan hingga *longbed* kedua terakhir, sedangkan *longbed* terakhir dibiarkan kosong sebagai kolam pengaman apabila terjadi hujan.

Jenis tanah di lokasi penelitian didominasi oleh tanah mineral dengan *ordo Ultisol* (Podsolik Merah Kuning). Tanah ini berwarna coklat tua, bertekstur lempung hingga liat, serta memiliki struktur remah sampai gumpal. Secara sifat kimia, tanah bersifat masam dengan pH sekitar 4,0–5,5 dan memiliki tingkat kesuburan alami yang relatif rendah, sehingga pemanfaatan POME sebagai pupuk cair sangat membantu dalam memperbaiki kondisi tanah.

4.2 Hasil Uji Kualitas Air Permukaan (Sungai Sekawan)

Hasil uji kualitas air permukaan dilakukan pada Sungai Sekawan di titik hulu dan hilir untuk mengetahui kondisi kualitas air sebelum dan sesudah melewati area penelitian. Parameter yang dianalisis meliputi TDS, TSS, pH, DO, suhu, dan COD. Hasil pengujian tersebut disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Uji Parameter Air Permukaan (Sungai Sekawan)

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji		Baku Mutu
			Hulu	Hilir	
1.	TDS	mg/L	52	64	1000
2.	TSS	mg/L	5	8	50
3.	pH	-	6,84	6,82	6-9
4.	Oksigen Terlarut (DO)	mg/L	2,9	2,86	< 4
5.	Suhu	°C	30	30	Deviasi \pm 3
6.	COD	mg/L	22	23	25

Ket : Tanda “<” berarti tidak terdeteksi

Sumber Hasil Uji : *Laboratorium, 2025*

Berdasarkan hasil uji kualitas air Sungai Sekawan pada titik hulu (T2) dan hilir (T3), terlihat adanya perubahan kualitas air setelah melewati area *land application*. Nilai pH pada kedua titik relatif stabil (6,84 di hulu dan 6,82 di hilir) dan masih berada dalam kisaran baku mutu PP No. 22 Tahun 2021, menunjukkan

bahwa aktivitas *land application* tidak menyebabkan perubahan keasaman air yang signifikan.

Namun demikian, beberapa parameter menunjukkan kecenderungan peningkatan dari hulu ke hilir. Nilai TDS meningkat dari 52 mg/L menjadi 64 mg/L dan TSS meningkat dari 5 mg/L menjadi 8 mg/L. Meskipun nilainya masih jauh di bawah baku mutu, peningkatan ini mengindikasikan adanya tambahan material terlarut dan tersuspensi yang kemungkinan berasal dari limpasan (*runoff*) area aplikasi limbah cair.

Nilai COD mengalami peningkatan dari 22 mg/L di hulu menjadi 23 mg/L di hilir dan mendekati ambang batas baku mutu kelas II (25 mg/L). Hal ini menunjukkan adanya tambahan beban bahan organik di badan air. Sementara itu, nilai DO relatif rendah baik di hulu maupun hilir (<4 mg/L), yang mengindikasikan tingginya aktivitas biologis dalam menguraikan bahan organik. Kondisi DO yang rendah ini dapat dipengaruhi oleh masukan bahan organik dari lahan aplikasi maupun aktivitas alami di sungai.

Secara keseluruhan, meskipun kualitas air Sungai Sekawan masih memenuhi baku mutu, adanya peningkatan parameter pencemar di hilir menunjukkan bahwa kegiatan *land application* memberikan pengaruh terhadap kualitas air permukaan, meskipun masih dalam tingkat yang dapat ditoleransi.

4.3 Hasil Uji Kualitas Air Tanah (Sumur Pantau dan Sumur Control)

Pengujian kualitas air tanah pada sumur pantau dilakukan untuk mengetahui kondisi air tanah di sekitar area penelitian. Parameter yang dianalisis meliputi

parameter fisik, kimia, serta logam berat. Hasil analisis laboratorium air tanah sumur pantau disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Uji Parameter Air Tanah (Sumur Pantau)

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji		Baku Mutu
			SP4	SP5	
1.	DHL	$\mu\text{S/cm}$	19,7	23,7	-
2.	pH	-	6,77	6,84	6-9
3.	Suhu	$^{\circ}\text{C}$	28	25	Deviasi ± 3
4.	Oksigen Terlarut (DO)	mg/L	2,87	2,13	1
5.	Sulfat (SO_4)	mg/L	23,6	20,4	400
6.	BOD ₅	mg/L	3	1	12
7.	COD	mg/L	21	12	80
8.	Nitrat (NO_3)	mg/L	0,158	0,201	20
9.	Korida (Cl)	mg/L	2,62	3,12	600
10.	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,00005	< 0,00005	0,01
11.	Cuprum (Cu)	mg/L	< 0,08	< 0,08	0,2
12.	Timbal (Pb)	mg/L	< 0,001	< 0,001	0,01
13.	Zink (Zn)	mg/L	< 0,01	0,024	2
14.	Amoniak ($\text{NH}_3\text{-N}$)	mg/L	0,185	0,165	-

Ket : Tanda "<" berarti tidak terdeteksi

Sumber Hasil Uji : *Laboratorium, 2025*

Secara topografi, titik SP5 berada pada elevasi yang lebih tinggi dibandingkan SP4, sedangkan SP4 terletak pada area yang relatif lebih rendah. Hasil pengukuran menunjukkan nilai DHL di SP5 ($23,7 \mu\text{S/cm}$) lebih tinggi dibandingkan SP4 ($19,7 \mu\text{S/cm}$). Kondisi ini mengindikasikan bahwa faktor topografi bukan satu-satunya pengendali kualitas air tanah di lokasi tersebut. Nilai DHL yang lebih tinggi di SP5 diduga dipengaruhi oleh intensitas dan kedekatan aktivitas aplikasi limbah cair, proses infiltrasi lokal, serta karakteristik tanah yang memungkinkan akumulasi ion terlarut pada zona tertentu. Sementara itu, nilai DHL di SP4 yang lebih rendah menunjukkan pengenceran atau pengaruh aliran bawah permukaan yang lebih dominan. Perbedaan nilai antara kedua titik masih

tergolong kecil dan mencerminkan variasi lokal akibat aktivitas lahan dan kondisi hidrogeologi setempat.

Nilai pH pada kedua titik relatif seragam, yaitu 6,77 pada SP4 dan 6,84 pada SP5. Namun, pH di SP4 sedikit lebih asam dibandingkan SP5. Kondisi ini diduga dipengaruhi oleh topografi, di mana lokasi SP4 berada pada elevasi yang lebih rendah dibandingkan SP5. Posisi yang lebih rendah memungkinkan terjadinya akumulasi aliran air permukaan maupun rembesan yang membawa material terlarut, sehingga berpotensi meningkatkan keasaman air tanah di SP4. Sementara itu, SP5 yang berada pada topografi lebih tinggi cenderung menerima air tanah dengan proses infiltrasi yang lebih langsung dan pengenceran yang lebih baik, sehingga nilai pH relatif sedikit lebih tinggi.

Suhu air tanah pada SP4 tercatat sebesar 28 °C, sedangkan SP5 sebesar 25 °C. Perbedaan suhu ini diduga berkaitan dengan perbedaan kedalaman sumur dan tingkat keterpaparan terhadap suhu lingkungan permukaan. SP4 yang memiliki suhu lebih tinggi dikarenakan berada pada lokasi dengan tutupan vegetasi lebih terbuka atau kedalaman air tanah yang lebih dangkal, sehingga lebih mudah terpengaruh oleh suhu udara dan radiasi matahari.

Nilai DO pada SP4 sebesar 2,87 mg/L dan SP5 sebesar 2,13 mg/L. Rendahnya DO pada SP5 mengindikasikan adanya proses konsumsi oksigen yang lebih besar, yang dapat disebabkan oleh kandungan bahan organik terlarut yang sedikit lebih tinggi. Hal ini sejalan dengan posisi SP5 yang relatif lebih dekat dengan jalur aliran air tanah dari area aplikasi lahan.

Konsentrasi sulfat pada SP4 dan SP5 masing-masing sebesar 23,6 mg/L dan 20,4 mg/L. Nilai sulfat tertinggi terdapat pada SP4, sedangkan terendah pada

SP5. Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh variasi mineralogi tanah di sekitar masing-masing titik serta intensitas infiltrasi air hujan. SP4 diduga memiliki interaksi air tanah yang lebih besar dengan lapisan tanah bermineral sulfat.

Nilai BOD₅ pada SP4 dan SP5 masing-masing sebesar 3 mg/L dan 1 mg/L, sedangkan COD sebesar 21 mg/L dan 12 mg/L. SP4 menunjukkan nilai BOD₅ dan COD tertinggi, yang mengindikasikan kandungan bahan organik relatif lebih tinggi dibandingkan SP5. Kondisi ini dapat disebabkan oleh perbedaan penggunaan lahan di sekitar titik SP4 atau kedalaman sumur yang lebih dangkal sehingga lebih rentan menerima bahan organik alami dari permukaan.

Kadar nitrat pada SP4 sebesar 0,158 mg/L dan SP5 sebesar 0,201 mg/L. Nilai nitrat tertinggi terdapat pada SP5, yang mengindikasikan kemungkinan adanya akumulasi nutrisi alami dari infiltrasi air hujan atau aktivitas biologis di sekitar sumur. Namun demikian, seluruh nilai nitrat masih jauh di bawah baku mutu, sehingga tidak menunjukkan adanya indikasi pencemaran.

Nilai klorida pada SP4 2,62 mg/L, sedangkan SP5 sebesar 3,12 mg/L. Secara spasial, SP5 terletak di area lahan aplikasi limbah cair dan berada pada posisi upgradient terhadap SP4, sehingga air tanah di SP5 lebih langsung menerima pengaruh infiltrasi limbah cair yang mengandung ion terlarut, termasuk klorida. Pada kondisi ini, klorida yang bersifat konservatif dan mudah larut dapat terakumulasi secara lokal di zona infiltrasi sebelum mengalami pengenceran atau perpindahan ke arah yang lebih rendah. Selain itu, perbedaan karakteristik tanah dan laju infiltrasi di sekitar SP5 memungkinkan ion klorida bertahan lebih lama di zona jenuh setempat, sedangkan di SP4 yang berada pada elevasi lebih rendah, klorida dapat mengalami pengenceran akibat pencampuran dengan aliran air tanah

dari area sekitar. Selisih nilai klorida antara kedua titik masih tergolong kecil dan menunjukkan variasi lokal yang dipengaruhi oleh aktivitas aplikasi lahan dan kondisi hidrogeologi.

Parameter logam berat seperti Cd, Cu, dan Pb pada ketiga titik berada di bawah batas deteksi alat. Sementara itu, Zn terdeteksi sebesar $<0,01$ mg/L pada SP4 dan 0,024 mg/L pada SP5. Nilai Zn yang sedikit lebih tinggi pada SP5 dapat dikaitkan dengan variasi alami kandungan mineral tanah, bukan berasal dari sumber pencemar antropogenik.

Kadar amoniak pada SP4 sebesar 0,185 mg/L dan SP5 sebesar 0,165 mg/L. Nilai tertinggi terdapat pada SP4, yang sejalan dengan nilai BOD₅ dan COD yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan amoniak lebih dipengaruhi oleh proses dekomposisi bahan organik alami dibandingkan oleh aktivitas aplikasi limbah cair.

Secara keseluruhan, titik SP5 cenderung menunjukkan nilai beberapa parameter yang lebih tinggi seperti DHL, nitrat, dan klorida dibandingkan dengan SP4. Peningkatan beberapa parameter tersebut juga diduga dipengaruhi oleh aktivitas penggunaan lahan di sekitar sumur, termasuk kemungkinan adanya aplikasi lahan yang berkontribusi terhadap masuknya ion terlarut dan nutrisi melalui proses infiltrasi air hujan.

Sementara itu, titik SP4 menunjukkan nilai BOD₅, COD, dan amoniak yang lebih tinggi dibandingkan titik lainnya. Kondisi ini mengindikasikan pengaruh posisi topografi SP4 yang relatif lebih rendah dalam sistem Daerah Aliran Sungai (DAS), sehingga berpotensi menerima akumulasi aliran bawah permukaan dari area sekitarnya, seperti aktivitas penggunaan lahan dan akumulasi

bahan organik alami di permukaan tanah. Keberadaan aplikasi lahan di sekitar titik SP4 memungkinkan terjadinya pergerakan bahan organik terlarut ke dalam air tanah, terutama pada saat curah hujan meningkat.

Curah hujan berperan sebagai faktor alami yang mengendalikan proses infiltrasi dan pengenceran zat terlarut di dalam tanah. Pada kondisi curah hujan tinggi, air hujan berpotensi membawa senyawa terlarut dari permukaan tanah ke lapisan bawah melalui infiltrasi, namun sekaligus memberikan efek pengenceran. Oleh karena itu, perbedaan kualitas air tanah antar titik sampel lebih mencerminkan kombinasi antara variasi topografi, posisi dalam DAS, serta aktivitas aplikasi lahan di sekitar sumur, dibandingkan sebagai indikasi pencemaran langsung yang bersifat signifikan.

Pengujian kualitas air tanah pada sumur kontrol dilakukan sebagai pembandingan terhadap sumur pantau di area penelitian. Parameter yang dianalisis meliputi parameter fisik, kimia, dan logam berat. Hasil uji kualitas air tanah sumur kontrol disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Uji Parameter Air Tanah (Sumur Control)

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji		Baku Mutu
			T4	T5	
1.	DHL	μs/cm	19,2	27,8	-
2.	pH	-	6,87	6,78	6-9
3.	Suhu	°C	29	28	Deviasi ± 3
4.	Oksigen Terlarut (DO)	mg/L	2,84	2,78	1
5.	Sulfat (SO ₄)	mg/L	17,7	20,1	400
6.	BOD ₅	mg/L	1	2	12
7.	COD	mg/L	11	17	80
8.	Nitrat (NO ₃)	mg/L	0,127	0,084	20
9.	Klorida (Cl)	mg/L	3,12	2,62	600
10.	Cadmium (Cd)	mg/L	0,00005	0,00005	0,01
11.	Cuprum (Cu)	mg/L	< 0,08	< 0,08	0,2
12.	Timbal (Pb)	mg/L	< 0,001	< 0,001	0,01

13.	Zink (Zn)	mg/L	< 0,01	< 0,01	2
14.	Amoniak (NH ₃ -N)	mg/L	0,103	0,217	-

Ket : Tanda “<” berarti tidak terdeteksi

Sumber Hasil Uji : *Laboratorium, 2025*

Perbandingan kualitas air tanah antara sumur kontrol dan sumur pantau dilakukan untuk menilai pengaruh kegiatan *land application* terhadap kondisi air tanah di sekitar area aplikasi limbah cair PT. Brahma Bina Bakti. Sumur kontrol berfungsi sebagai pembanding kondisi alami air tanah yang tidak terpengaruh langsung oleh aplikasi limbah, sedangkan sumur pantau ditempatkan di sekitar dan searah dengan area *land application* untuk mendeteksi potensi perembesan (infiltrasi) limbah ke dalam lapisan akuifer.

Berdasarkan peta lokasi sampling, sumur kontrol (SC4–SC5) terletak di luar atau relatif jauh dari area aplikasi limbah cair atau tidak bersinggungan langsung dengan area aplikasi lahan, baik dari sisi jarak horizontal maupun arah aliran air tanah. Sementara itu, sumur pantau (SP4–SP5) berada lebih dekat dengan area *land application* atau bersinggungan langsung dengan area aplikasi lahan dan sebagian besar terletak pada zona yang secara topografi dan hidrologi berpotensi menerima aliran bawah permukaan dari lokasi aplikasi lahan. Dengan demikian, perbedaan kualitas air antara kedua kelompok sumur dapat digunakan sebagai indikator dampak kegiatan *land application* terhadap air tanah.

Nilai pH air tanah pada sumur kontrol berada pada kisaran 6,78–6,87, sedangkan pada sumur pantau berkisar antara 6,77–6,84. Nilai pH tersebut masih berada dalam rentang baku mutu air tanah menurut PP No. 22 Tahun 2021, yaitu 6–9. Meskipun ada kenaikan pH pada sumur pantau akan tetapi kenaikan ini tidak signifikan yang menunjukkan bahwa aplikasi limbah cair tidak menyebabkan perubahan tingkat keasaman air tanah. Hal ini mengindikasikan bahwa proses

netralisasi dan *buffering* oleh tanah berlangsung dengan baik sebelum air mencapai lapisan akuifer.

Suhu air tanah pada kedua kelompok sumur relatif seragam, yaitu berkisar antara 25–29 °C, dan masih sesuai dengan kondisi alami air tanah dangkal di wilayah tropis. Keseragaman suhu ini menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh signifikan dari limbah cair terhadap karakteristik termal air tanah.

Nilai daya hantar listrik (DHL) pada sumur kontrol berkisar antara 19,2–27,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sedangkan pada sumur pantau berkisar antara 19,7–23,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Nilai DHL pada sumur pantau tidak menunjukkan peningkatan signifikan dibandingkan sumur kontrol, yang mengindikasikan bahwa tidak terjadi akumulasi ion terlarut akibat perembesan limbah cair ke air tanah.

Nilai BOD pada sumur kontrol berkisar antara 1–2 mg/L, sedangkan pada sumur pantau berkisar antara 1–3 mg/L. Sementara itu, nilai COD pada sumur kontrol berada pada kisaran 11–17 mg/L, dan pada sumur pantau berkisar antara 12–21 mg/L. Meskipun nilai BOD dan COD pada sumur pantau cenderung sedikit lebih tinggi dibandingkan sumur kontrol, seluruh nilai tersebut masih berada pada tingkat yang rendah dan tidak melampaui baku mutu yang ditetapkan. Perbedaan kecil ini dapat diinterpretasikan sebagai indikasi adanya infiltrasi air permukaan yang membawa bahan organik dalam jumlah kecil dari area *land application*. Namun demikian, peningkatan tersebut tidak bersifat signifikan dan masih dapat direduksi oleh lapisan tanah ultisol yang mendominasi lokasi penelitian. Tanah ultisol dengan tekstur lempung hingga liat memiliki kemampuan adsorpsi dan degradasi biologis yang cukup baik, sehingga mampu menahan dan menguraikan bahan organik sebelum mencapai lapisan air tanah. Air tanah lokasi penelitian

diperkirakan mengalir dari titik sampel SP4 ke titik SP5, sesuai dengan ketinggian topografi, yakni dari tinggi ke rendah.

Konsentrasi nitrat (NO_3^-) pada sumur kontrol berkisar antara 0,084–0,127 mg/L, sedangkan pada sumur pantau berkisar antara 0,158–0,201 mg/L. Nilai ini jauh di bawah ambang batas baku mutu air tanah sebesar 20 mg/L. Meskipun nilai nitrat pada sumur pantau sedikit lebih tinggi, peningkatan tersebut masih sangat kecil dan tidak menunjukkan adanya pencemaran nitrogen yang signifikan.

Parameter amoniak ($\text{NH}_3\text{-N}$) pada sumur kontrol berada pada kisaran 0,103–0,217 mg/L, sedangkan pada sumur pantau berkisar antara 0,107–0,165 mg/L. Kesamaan nilai amoniak antara kedua kelompok sumur menunjukkan bahwa aplikasi limbah cair belum menyebabkan peningkatan konsentrasi nitrogen tereduksi di air tanah.

Secara spasial, sumur pantau yang berada lebih dekat dengan area *land application* memang menunjukkan nilai nutrisi yang sedikit lebih tinggi dibandingkan sumur kontrol. Namun, nilai tersebut masih berada jauh di bawah baku mutu dan menunjukkan bahwa proses nitrifikasi, denitrifikasi, serta penyerapan oleh tanaman dan mikroorganisme tanah berjalan secara efektif.

Hasil analisis logam berat pada air tanah menunjukkan bahwa konsentrasi Cd, Cu, Pb, dan Zn pada sumur kontrol maupun sumur pantau berada di bawah batas deteksi alat atau jauh di bawah baku mutu PP No. 22 Tahun 2021. Tidak ditemukannya perbedaan signifikan antara kedua kelompok sumur menunjukkan bahwa limbah cair PKS PT. Brahma Bina Bakti tidak mengandung logam berat dalam konsentrasi yang berpotensi mencemari air tanah. Hal ini juga menunjukkan bahwa sistem pengolahan limbah di IPAL telah mampu menekan

kandungan logam berat, serta bahwa tanah di area penelitian berfungsi efektif sebagai media penahan (*barrier*) terhadap pergerakan logam berat menuju lapisan akuifer.

Berdasarkan peta lokasi sampling, sumur pantau terletak di sekitar dan searah dengan area *land application*, sehingga secara teoritis lebih berpotensi menerima pengaruh dari limpasan limbah cair. Namun, hasil pengujian menunjukkan bahwa kualitas air tanah pada sumur pantau tidak berbeda secara signifikan dibandingkan sumur kontrol yang berada di luar pengaruh langsung aplikasi limbah.

Kondisi ini menunjukkan bahwa jarak horizontal, ketebalan lapisan tanah, serta sifat fisik tanah di lokasi penelitian masih mampu meredam pergerakan pencemar. Selain itu, sistem aplikasi limbah dengan metode *flat bed* dan pengaturan dosis yang terkontrol turut berperan dalam meminimalkan risiko pencemaran air tanah.

4.4 Hasil Uji Kualitas Air Limbah (Outlet IPAL)

Hasil uji kualitas air limbah pada outlet IPAL dilakukan untuk mengetahui karakteristik air limbah yang dihasilkan. Hasil pengujian laboratorium tersebut disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Uji Parameter Air Limbah (Outlet IPAL)

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji
1.	pH	-	7,10
2.	BOD ₅	mg/L	3620
3.	COD	mg/L	8821
4.	Minyak Lemak	mg/L	80
5.	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,00005
6.	Cuprum (Cu)	mg/L	< 0,08
7.	Timbal (Pb)	mg/L	< 0,001
8.	Zink (Zn)	mg/L	0,096

Ket : Tanda “<” berarti tidak terdeteksi
Sumber Hasil Uji : Laboratorium, 2025

Hasil uji kualitas air limbah pada outlet IPAL PT. Brahma Bina Bakti menunjukkan bahwa secara umum limbah cair yang dihasilkan telah mengalami penurunan beban pencemar yang signifikan dibandingkan karakteristik limbah cair mentah (raw POME). Nilai pH sebesar 7,10 menunjukkan kondisi netral dan telah memenuhi persyaratan baku mutu PERMENLHK No. 5 Tahun 2014, sehingga aman untuk diaplikasikan ke lahan.

Nilai BOD₅ sebesar 3.620 mg/L masih berada di bawah ambang batas maksimum untuk aplikasi lahan yaitu 5.000 mg/L sesuai KEPMEN LH No. 29 Tahun 2003. Hal ini mengindikasikan bahwa proses biologis pada kolam anaerob dan aerasi telah berjalan cukup efektif dalam menguraikan bahan organik. Namun demikian, nilai COD yang tercatat sebesar 8.821 mg/L menunjukkan bahwa masih terdapat senyawa organik dan anorganik yang sukar terurai secara biologis. Kondisi ini umum terjadi pada *efluen* IPAL PKS karena karakteristik POME yang kaya senyawa kompleks.

Parameter logam berat seperti Cd, Cu, Pb, dan Zn terdeteksi dalam konsentrasi yang sangat rendah dan masih jauh di bawah baku mutu. Hal ini menunjukkan bahwa limbah cair PKS PT. Brahma Bina Bakti tidak mengandung cemaran logam berat yang berpotensi mencemari tanah maupun air tanah. Namun, kandungan minyak dan lemak sebesar 80 mg/L masih tergolong tinggi dan berpotensi menurunkan infiltrasi tanah apabila aplikasi dilakukan secara berlebihan atau tidak merata.

4.5 Analisis Pengaruh Air Olahan Limbah PKS Terhadap Air Tanah dan Air Permukaan

Analisis dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan nilai parameter antar lokasi pengambilan sampel, yang meliputi air limbah PKS, sumur kontrol, sumur pantau, serta badan air permukaan di hulu dan hilir. Pendekatan statistik digunakan sebagai langkah verifikasi ilmiah guna memperkuat interpretasi hasil pengukuran laboratorium, sehingga dapat diketahui apakah air limbah yang dihasilkan berpotensi memberikan pengaruh terhadap lingkungan sekitarnya.

Data yang tersedia pada setiap titik sampling hanya memiliki satu kali pengambilan sampel (tanpa pengulangan), sehingga metode analisis yang digunakan adalah uji Kruskal–Wallis. Uji ini dipilih karena mampu membandingkan lebih dari dua kelompok data yang tidak memenuhi asumsi normalitas dan tidak memiliki replikasi. Hasil perhitungan berupa nilai peringkat (*mean rank*) serta nilai signifikansi statistik selanjutnya disajikan pada tabel berikut untuk memberikan gambaran distribusi nilai parameter di setiap titik sampling. Keputusan uji Kruskal-Wallis didasarkan pada nilai signifikansi (*Asymp. Sig.*) dengan tingkat signifikansi 0,05. Jika $p\text{-value} < 0,05$ maka terdapat perbedaan signifikan, sedangkan jika *Asymp. Sig.* $> 0,05$ maka tidak terdapat perbedaan signifikan antar kelompok (Di Leo *et al.*, 2024).

Tabel 4.5 Hasil Uji Kruskal–Wallis

Test Statistics ^{a,b}								
	Cd	Cu	Pb	Zn	Ph	BOD	COD	Minyak Lemak
Kruskal-Wallis H	.000	6.000	.000	6.000	6.000	4.000	6.000	2.000
df	6	6	6	6	6	4	6	2
Asymp. Sig.	1.000	.423	1.000	.423	.423	.406	.423	.368

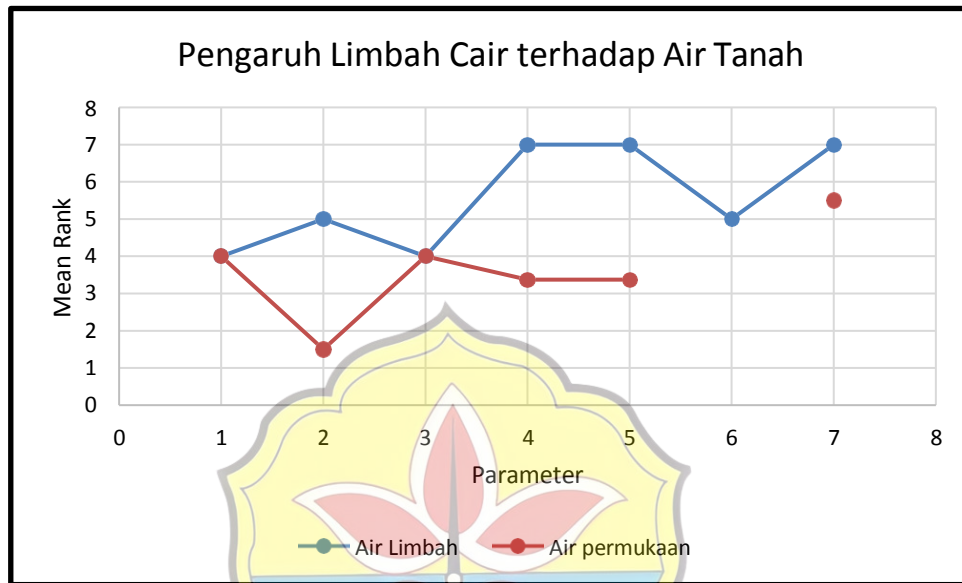
a. Kruskal Wallis Test
b. Grouping Variable: Titik Sampling

Berdasarkan hasil uji Kruskal–Wallis yang disajikan pada tabel, sebagian besar parameter yang dianalisis menunjukkan nilai signifikansi (*Asymp. Sig.*) lebih besar dari 0,05. Hal ini mengindikasikan bahwa secara statistik tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai parameter pada masing-masing titik sampling. Dengan kata lain, variasi nilai yang muncul antar lokasi masih berada dalam rentang yang relatif seragam dan tidak menunjukkan adanya pengaruh yang nyata dari satu titik terhadap titik lainnya.

Sebagai contoh, parameter BOD memiliki nilai *Asymp. Sig.* sebesar 0,406 ($p > 0,05$), yang menunjukkan bahwa perbedaan nilai BOD pada air limbah, sumur kontrol, sumur pantau, maupun sungai tidak signifikan secara statistik. Kondisi ini mengindikasikan bahwa keberadaan air limbah dari sumber kegiatan belum dapat dibuktikan memberikan perubahan yang nyata terhadap nilai BOD pada titik sampling lain dalam ruang lingkup pengamatan. Hasil serupa juga terlihat pada parameter Cd, Pb, Zn, pH, COD, serta minyak dan lemak yang seluruhnya memiliki nilai signifikansi di atas batas 0,05.

4.5.1 Pengaruh Air Limbah Olahan PKS Terhadap Air Tanah

Pengaruh air limbah olahan PKS terhadap air tanah dilakukan dengan Uji Kruskal–Wallis disajikan dalam bentuk grafik perbandingan *mean rank* BOD yang pada Gambar 4.1.



Ket : Parameter

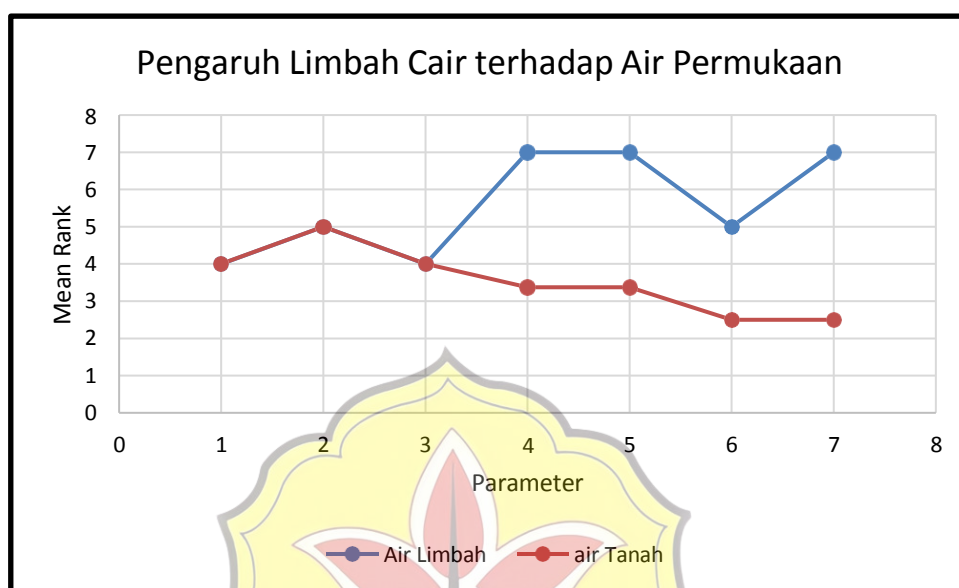
1: Cd ; 2: Cu ; 3:Pb ; 4: Zn ; 5: pH ; 6: BOD ; 7:COD

Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Air Olahan Limbah PKS Terhadap Air Tanah

Perbandingan mean rank parameter BOD antara air limbah PKS dan air tanah. Grafik menunjukkan bahwa nilai mean rank BOD pada titik sumur kontrol dan sumur pantau relatif mendekati nilai limbah. Hasil uji Kruskal–Wallis menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan ($p > 0,05$), sehingga limbah tidak berpengaruh nyata terhadap kualitas air tanah.

4.5.2 Pengaruh Air Limbah Olahan PKS Terhadap Air Permukaan

Pengaruh air limbah olahan PKS terhadap air tanah dilakukan dengan Uji Kruskal–Wallis disajikan dalam bentuk grafik perbandingan *mean rank* COD yang pada Gambar 4.2.



Ket : Parameter

1: Cd ; 2: Cu ; 3:Pb ; 4: Zn ; 5: pH ; 6: BOD ; 7:COD

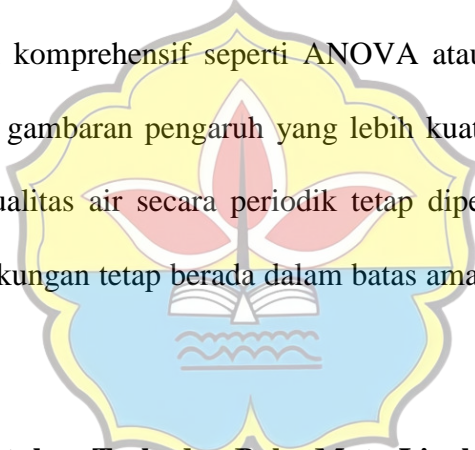
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Air Olahan Limbah PKS Terhadap Air Permukaan

Perbandingan mean rank parameter COD antara air limbah PKS dan air permukaan. Grafik menunjukkan nilai mean rank COD pada sungai hulu dan hilir tidak berbeda signifikan dengan limbah. Berdasarkan uji Kruskal–Wallis ($p > 0,05$), limbah tidak terbukti berpengaruh signifikan terhadap kualitas air permukaan.

Secara umum, hasil analisis ini menunjukkan bahwa distribusi parameter kualitas air di seluruh titik sampling cenderung homogen. Meskipun terdapat

variasi nilai rata-rata peringkat pada beberapa parameter, perbedaan tersebut tidak cukup besar untuk dinyatakan signifikan secara statistik. Dengan demikian, dalam kondisi data yang tersedia saat ini, air limbah dari kegiatan yang diamati belum terbukti memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kualitas air tanah maupun air permukaan di sekitar lokasi penelitian.

Namun demikian, perlu dicatat bahwa keterbatasan jumlah data—khususnya tidak adanya pengulangan sampel pada setiap titik—membatasi jenis uji statistik yang dapat digunakan serta tingkat kekuatan analisis. Apabila pengambilan sampel dilakukan secara berkala dengan jumlah replikasi yang lebih banyak, maka analisis yang lebih komprehensif seperti ANOVA atau regresi dapat dilakukan untuk memperoleh gambaran pengaruh yang lebih kuat dan akurat. Oleh karena itu, pemantauan kualitas air secara periodik tetap diperlukan guna memastikan bahwa kondisi lingkungan tetap berada dalam batas aman dan sesuai dengan baku mutu yang berlaku.



4.6 Evaluasi Kepatuhan Terhadap Baku Mutu Lingkungan

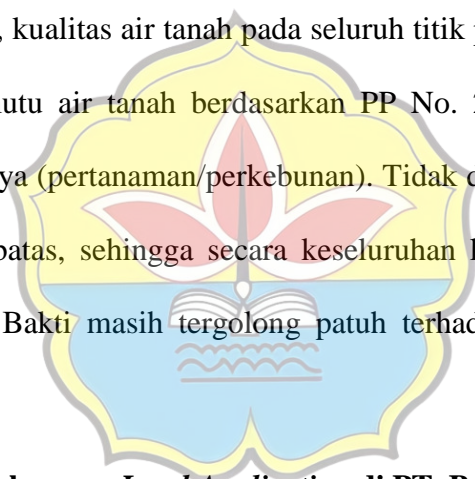
Evaluasi kepatuhan terhadap baku mutu lingkungan dilakukan dengan membandingkan hasil uji kualitas air limbah, air permukaan, dan air tanah dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Baku mutu yang digunakan meliputi KEPMEN LH No. 29 Tahun 2003 untuk air limbah, PP No. 22 Tahun 2021 untuk air permukaan, serta PP No. 22 Tahun 2021 kelas IV sesuai peruntukannya (pertanaman/perkebunan) untuk air tanah.

Hasil uji air limbah pada outlet IPAL menunjukkan bahwa nilai pH dan BOD₅ telah memenuhi persyaratan untuk aplikasi lahan. Nilai BOD₅ sebesar

3.620 mg/L masih berada di bawah batas maksimum 5.000 mg/L. Parameter logam berat juga memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Namun demikian, kandungan minyak dan lemak yang masih relatif tinggi perlu menjadi perhatian agar tidak menurunkan kemampuan infiltrasi tanah pada area aplikasi.

Untuk air permukaan Sungai Sekawan, seluruh parameter yang diuji pada titik hulu dan hilir masih berada di bawah baku mutu PP No. 22 Tahun 2021. Meskipun demikian, adanya kecenderungan peningkatan beberapa parameter di hilir menunjukkan bahwa kegiatan *land application* memberikan tambahan beban pencemar terhadap badan air.

Sementara itu, kualitas air tanah pada seluruh titik pengambilan sampel telah memenuhi baku mutu air tanah berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 kelas IV sesuai peruntukannya (pertanian/perkebunan). Tidak ditemukan parameter yang melebihi ambang batas, sehingga secara keseluruhan kegiatan *land application* PT. Brahma Bina Bakti masih tergolong patuh terhadap ketentuan baku mutu lingkungan.



4.7 Implikasi Lingkungan *Land Application* di PT. Brahma Bina Bakti

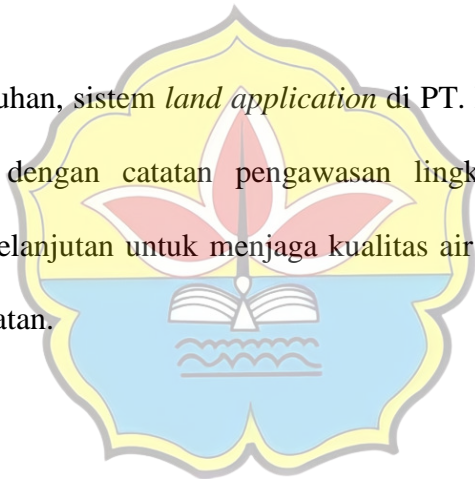
Penerapan sistem *land application* di PT. Brahma Bina Bakti memberikan implikasi lingkungan yang bersifat positif dan potensial negatif. Secara positif, pemanfaatan limbah cair sebagai pupuk organik cair mampu mengurangi beban pencemaran badan air, meningkatkan kesuburan tanah, serta mendukung prinsip pengelolaan limbah berkelanjutan (*zero discharge*).

Namun demikian, hasil penelitian menunjukkan adanya indikasi pengaruh terhadap kualitas air permukaan, khususnya peningkatan parameter TDS, TSS,

dan COD di hilir Sungai Sekawan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa apabila pengelolaan dosis aplikasi, sistem drainase, dan pengendalian limpasan tidak dilakukan secara optimal, maka dalam jangka panjang dapat menurunkan kualitas air permukaan.

Terhadap air tanah, implikasi lingkungan yang ditimbulkan masih tergolong rendah karena lapisan tanah mampu mereduksi pencemar secara alami. Namun, pemantauan berkala tetap diperlukan untuk mengantisipasi akumulasi pencemar dalam jangka panjang, terutama pada musim hujan dengan intensitas aplikasi yang tinggi.

Secara keseluruhan, sistem *land application* di PT. Brahma Bina Bakti masih layak diterapkan, dengan catatan pengawasan lingkungan dilakukan secara konsisten dan berkelanjutan untuk menjaga kualitas air permukaan dan air tanah di sekitar area kegiatan.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Pada air tanah kegiatan ini berpotensi memiliki pengaruh melalui kandungan bahan organik serta senyawa nitrogen seperti nitrat dan amonia. Pada air tanah, limbah cair yang diaplikasikan ke lahan berpotensi meresap ke dalam akuifer dangkal melalui proses aliran air tanah. Namun, berdasarkan hasil pengujian pada sumur kontrol dan sumur pantau, seluruh parameter pencemar masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan dalam PP No. 22 Tahun 2021 kelas IV sesuai peruntukannya, sehingga secara aktual belum menunjukkan adanya pencemaran air tanah yang signifikan.
2. Pada air permukaan, kegiatan ini memberikan kontribusi terhadap penurunan kualitas air melalui limpasan permukaan (*runoff*) dari area aplikasi menuju Sungai Sekawan. Penurunan kualitas ini ditandai dengan adanya peningkatan nilai parameter seperti BOD, COD, TSS, dan amonia pada titik hilir dibandingkan titik hulu. Meskipun terjadi peningkatan, seluruh parameter kualitas air masih berada dalam batas baku mutu PP No. 22 Tahun 2021 kelas II sesuai peruntukannya, sehingga dampak pencemaran yang terjadi masih tergolong ringan dan belum menimbulkan gangguan serius terhadap lingkungan perairan.
3. Hasil uji statistik Kruskal–Wallis terhadap seluruh parameter kualitas air pada berbagai titik sampling, diperoleh nilai signifikansi (*Asymp. Sig.*) lebih besar dari 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan

antar titik sampling untuk parameter yang dianalisis. Dengan demikian, air limbah dari sumber kegiatan belum terbukti memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kualitas air pada sumur kontrol, sumur pantau, maupun badan air permukaan di sekitar lokasi penelitian.

6.2 Saran

1. PT. Brahma Bina Bakti disarankan untuk mengendalikan potensi pencemaran air tanah dengan melakukan pengaturan dosis dan frekuensi aplikasi limbah cair serta meningkatkan pemantauan sumur pantau di sekitar area *land application*.
2. Untuk meminimalkan pencemaran air permukaan, perusahaan perlu mengatur waktu pelaksanaan *land application* agar tidak dilakukan pada saat curah hujan tinggi serta memperbaiki sistem drainase untuk mengurangi limpasan limbah cair ke Sungai Sekawan.
3. Disarankan dilakukan pemantauan kualitas air tanah dan air permukaan secara berkala dengan fokus pada parameter indikator pencemaran *land application*, seperti BOD, COD, TSS, nitrat, dan amonia.
4. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji hubungan antara intensitas *land application* dan tingkat pencemaran air secara lebih mendalam agar potensi dampak lingkungan dapat dikendalikan sejak dini.
5. Penelitian selanjutnya disarankan menambah jumlah data melalui pengambilan sampel berulang pada setiap titik dan dilakukan secara berkala. Ketersediaan data yang lebih banyak akan meningkatkan kekuatan analisis statistik dan

memungkinkan penggunaan metode uji yang lebih komprehensif sehingga hasil penelitian menjadi lebih akurat dan representatif.



DAFTAR PUSTAKA

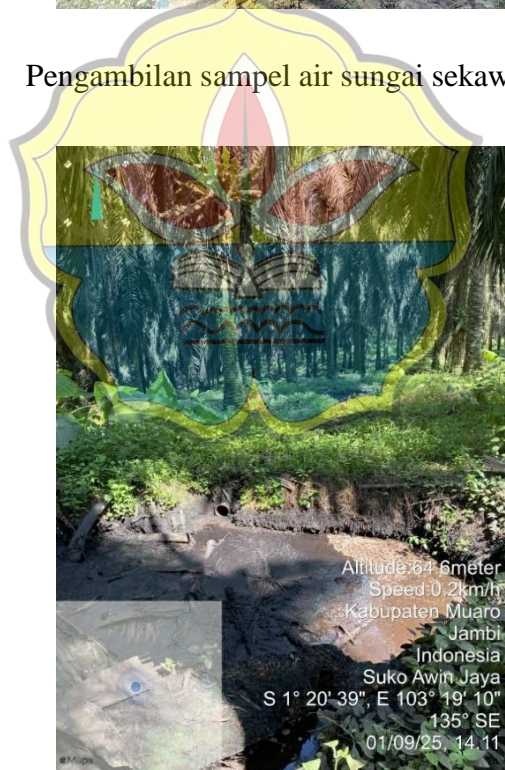
- Abdurahman, H. N., & Azhari, H. N. (2013). *Performance of Ultrasonic Membrane Anaerobic System (UMAS) in membrane fouling control. International Journal of Engineering Science and Innovative Technology*, 2(6), 480–491.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2008). *SNI 6989.59:2008—Air limbah—Sistem pengolahan air limbah pabrik kelapa sawit (POME)*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2021). *SNI 8995:2021 – Pengambilan Contoh Air – Bagian 1: Pedoman Umum*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Daundi, K., Langsa, M. H., & Sirampun, A. D. (2022). *The Effect of Using Palm Oil Mill Effluent on Water Quality in Palm Oil Land PT. PMP in Maybrat District. Jurnal Teknik Lingkungan Tropis*, 9(1), 1–10.
- Di Leo, G., Sardanelli, F., & altri. (2024). *A simple guide to the use of Student's t-test, Mann–Whitney U test, Chi-squared test, and Kruskal–Wallis test in biostatistics. BioData Mining*, 17, Article 5.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Habib, A., Muhrizal, A., & Wu, Y. (2009). *A holistic approach to managing palm oil mill effluent (POME): Biotechnological advances in sustainable reuse of POME. Bioresource Technology*, 100(1), 1–9.
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2003). *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 28 Tahun 2003 tentang Pedoman Teknis Pengkajian Pemanfaatan Air Limbah dari Industri Minyak Sawit pada Tanah di Perkebunan Kelapa Sawit*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup RI.
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2003). *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 29 Tahun 2003 tentang Pedoman, Syarat dan Tata cara Perizinan Pemanfaatan Air Limbah Dari Industri Minyak Sawit Pada Tanah di Perkebunan Kelapa Sawit*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup RI.
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2014). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup RI.
- Lelyana, V. D., Erwinsyah., dan Lydiasari, H. 2013. Aplikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (Land Application) di Perkebunan Kelapa Sawit.
- Loekito, H. 2002. Teknologi Pengelolaan Limbah Industri Kelapa Sawit. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Vol. 3 (3), Hal: 242-250.

- Lubis, A. (2008). *Pengelolaan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS)*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Mahbubul, S., Shakhawat, H., Rajaul, K., Mohammad, F, U., Mahady, H., dan Razib, H, K. (2023). *Surface water quality profiling using the water quality index, pollution index and statistical methods: A critical review*. Environmental and Sustainability Indicators, Vol. 18, Hal: 1-23.
- Mulyanto, A., Nasihin, I., Herlina, N., & Nurdin, N. (2023). *Pengaruh Limbah Cair Kelapa Sawit terhadap Kualitas Air Tanah di PT. Nusantara Sawit Persada*. Logika: Journal of Multidisciplinary Studies, 14(1), 74–79.
- Nasution, D. M., Mukra, R., Leidonald, R., & Fadhilah, A. (2023). *Water quality dynamics and pollution status of the Belawan estuary : nutrient enrichment, eutrophication, and impacts on aquatic ecosystems*. Indonesian Journal of Aquatic and Coastal Science, 2(2), 127–136.
- Nta, S., Udom, I. J., & Udo, S. O. (2020). *Investigation of Palm Oil Mill Effluent Pollution Impact on Groundwater Quality and Agricultural Soils*. Journal of Environmental Science and Pollution Research, 6(3), 45–53.
- Nur, M. (n.d.). *Analisis Pemanfaatan Limbah Cair Industri Kelapa Sawit untuk Land Application*. Skripsi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2010). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2021 Nomor 31. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Poh, P. E., & Chong, M. F. (2009). Development of anaerobic digestion methods for palm oil mill effluent (POME) treatment. *Bioresource Technology*, 100(1), 1–9.
- Syafrudin, C., & Mat-Soh, A. (2017). *[Karakterisasi fisik dan kimia LCPKS: keasaman, suhu tinggi, suspended solids, nutrien N & P]*. (Judul lengkap artikel tidak tersedia dalam sistem online yang diakses).
- Virgianti, L., Marsudi, & Yusuf, W. 2014. *Pengaruh Land Application Terhadap Kualitas Air Tanah Dan Air*. 1–10.
- Zainal, S., Rahim, S. A., & Jusoh, M. (2012). *The Environmental Impacts of Palm Oil Mill Effluent (POME) Land Application in Oil Palm Plantation: A Case Study in Malaysia*. In Proceedings of the 2nd International Conference on Environment Science and Biotechnology (IPCBE Vol. 48, pp. 165–169).

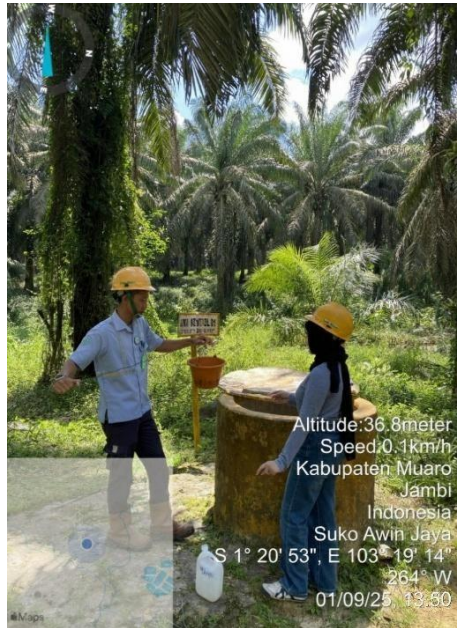
LAMPIRAN GAMBAR



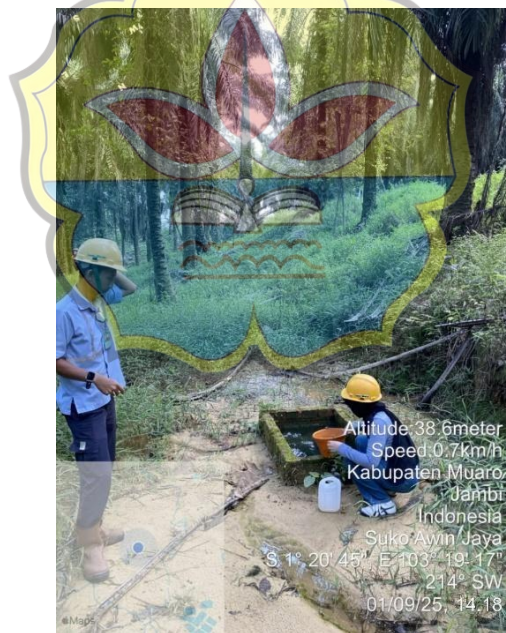
Pengambilan sampel air sungai sekawan



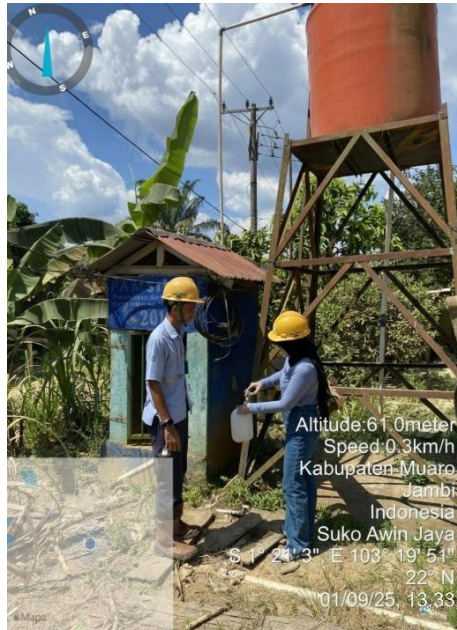
Flet bed land application



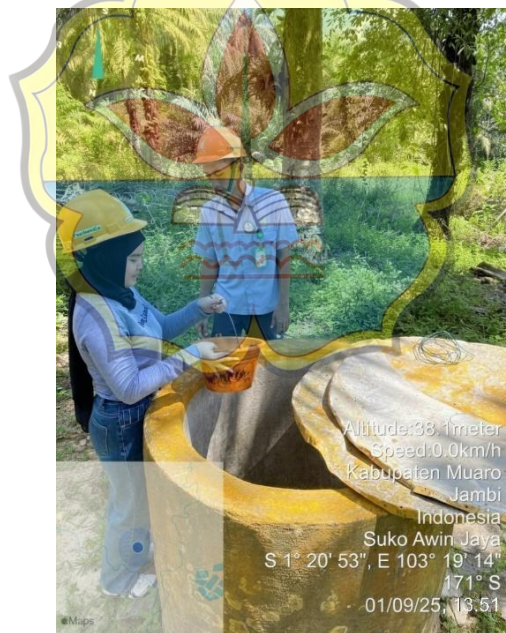
Pengambilan sampel air sumur control 4



Pengambilan sampel air sumur pantau 4



Pengambilan sampel air sumur pantau 5



Pengambilan sampel air sumur control 5



**PEMERINTAH PROVINSI JAMBI
DINAS LINGKUNGAN HIDUP
UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN**

Jalan K.H.Agus Salim No. 07 Kota Baru Jambi, Telp/Fax (0741) 40706
E - mail : lablinkprovjbi@yahoo.com / lablinkjbi@gmail.com Jambi - 36137



No. Registrasi Kompetensi
00056/LP/LABLING-14/RKQKLH

LAPORAN HASIL UJI

Report Of Analysis

No. : 244 / LHU / L2JBI / VIII / 25

Nama Customer : Ria Hikmarina
Customer Name
Alamat : Desa Suko Awin Jaya Kecamatan Sekernan Kab. Muaro Jambi
Address
Jenis Sampel : Air Sungai
Type of sample (s)
Nomor Sampel : 033/ABA/VIII/25 No. FPPS : ABA - 033 (A - R)
Tanggal Sampling : 01 Agustus 2025 A : Sampel diantara customer ke Lab
Sampling Date : 01 Agustus 2025 R : Sampel rutin
Tanggal Penerimaan : 01 Agustus 2025
Received Date
Tanggal Pengujian : 01 - 21 Agustus 2025
Date of Analysis
Uraian Contoh Uji : 1. Air Sungai Sekawan Hulu
Description of sample : 2. Air Sungai Sekawan Hilir

NO	PARAMETER PARAMETERS	SATUAN UNIT	HASIL UJI TEST RESULT		SPESIFIKASI METODE METHOD SPESIFICATION	BAKU MUTU STANDARD
			1	2		
1	TDS	mg / L	52	64	SNI 6989 27-2019	1000
2	TSS	mg / L	5	8	SNI 6989 3-2019	50
3	pH	-	6.84	6.82	Data Customer	6,0 - 9,0
4	Oksigen Terlarut (DO)	mg / L	2.9	2.85	Data Customer	Minimal 4
5	Suhu	° C	30	30	Data Customer	Deviasi ± 3
6	COD	mg / L	72	23	SNI 6989 2-2019	25
7	Phosfat (PO ₄ -P)	mg / L	0.490	0.460	SNI 6989 31 2021	0.2
8	Nitrat (NO ₃)	mg / L	0.095	0.051	SNI 6989 79-2011	10
9	Nitrit (NO ₂)	mg / L	0.010	0.016	SNI 06-6989 9-2004	0.06
10	Amoniak (NH ₃ -N)	mg / L	0.224	0.112	SNI 06-6989 30-2005	0.2
11	Arsen (As)*	mg / L	< 0.01	< 0.01	APHA 3111 B - 2023	0.05
12	Cobalt (Co)*	mg / L	< 0.09	< 0.09	APHA 3111 B - 2023	0.2
13	Barium (Ba)*	mg / L	< 0.01	< 0.01	SNI 6989 48-2005	0.05
14	Boron (B)*	mg / L	< 0.01	< 0.01	APHA 3111 B - 2023	1
15	Selenium (Se)*	mg / L	< 0.02	< 0.02	APHA 3111 B - 2023	0.05
16	Cadmium (Cd)	mg / L	< 0.00005	< 0.00005	SNI 06 - 6989 38-2005	0.01
17	Cromium (Cr)	mg / L	< 0.04	< 0.04	APHA 3111 B - 2023	0.05
18	Tembaga (Cu)	mg / L	< 0.04	< 0.04	APHA 3111 B - 2023	0.02
19	Besi (Fe)	mg / L	0.282	0.665	APHA 3111 B - 2023	(-)
20	Timbal (Pb)	mg / L	< 0.001	< 0.001	SNI 06-6989 46-2005	0.03
21	Mangan (Mn)	mg / L	0.069	0.077	APHA 3111 B - 2023	(-)
22	Mercuri (Hg)*	mg / L	< 0.00004	< 0.00004	SNI 6989 78-2011	0.002
23	Seng (Zn)	mg / L	0.012	< 0.01	APHA 3111 B - 2023	0.05
24	Klorida (Cl)	mg / L	2.62	2.62	SNI 6989 19-2009	300
25	Cyanida (CN)*	mg / L	< 0.01	< 0.01	APHA 4500 CN - 2012	0.02
26	Fluorida (F)*	mg / L	0.431	< 0.08	SNI 06-6989 28-2005	1.5
27	Sulfat (SO ₄)	mg / L	47.29	52.57	SNI 6989 20-2019	300
28	Sulfida (H ₂ S)*	mg / L	< 0.01	< 0.01	SM-4500-S2-D ed 2005	0.002
29	Minyak & Lemak (ML)	mg / L	< 2	< 2	SNI 6989 10-2011	1
30	Deterjen (MBAS)	mg / L	< 0.08	< 0.03	SNI 06-6989 51-2005	0.2
31	Fenol*	mg / L	< 0.003	< 0.003	SNI 06-6989 21-2004	0.005
32	E-Coli	MPN / 100	1190	622	APHA 9221 F - 2023	-
33	Total Coliform	MPN / 100	1700	1190	APHA 9221 B - 2023	5000

* Parameter Belum Terakreditasi

Baku Mutu Berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 Kelas II

Catatan : 1. Hasil Analisa ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji

Notes These analytical results are only valid for the tested sample

2. Sertifikat Hasil Uji ini tidak boleh digandakan tanpa seizin Laboratorium, kecuali secara lengkap
The certificate shall not reproduced (copied) without the written permission of the Laboratory,
except for the completed one

3. Sertifikat ini terdiri dari 1 (satu) halaman

This certificate consist of 1 (one) page

4. Tanda "<" berarti tidak terdeteksi

The symbol "<" is mean not detection

Jambi, 21 Agustus 2025
KEPALA UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN
DINAS PROVINSI JAMBI



D:AKREDITASI/2025/AIR/CPO/BBB/ABA2/hal.1
DP/7.8.2/L2JBI



**PEMERINTAH PROVINSI JAMBI
DINAS LINGKUNGAN HIDUP
UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN**

Jalan K.H.Agus Salim No. 07 Kota Baru Jambi, Telp/Fax (0741) 40706
E - mail : lablinkprovjbi@yahoo.com / lablinkjbi@gmail.com Jambi - 36137



No. Registrasi Kompetensi
00056/LP/LABLING-1/LR/K9/KLH

LAPORAN HASIL UJI

Report Of Analysis

No. : 275 / LHU / L2JBI / IX / 25

Nama Customer : Ria Hikmarina
Customer Name
Alamat : Desa Suko Awın Jaya Kecamatan Sekernan Kab. Muaro Jambi
Address
Jenis Sampel : Air Sumur
Type of sample (s)
Nomor Sampel : 20/AS/IX/25
Number of Sample No. FPPS : AS - 20 (A - NR)
Tanggal Sampling : 01 September 2025
Sampling Date A : Sampel di antar oleh customer ke lab
NR : Sampel non rutin
Tanggal Penerimaan : 01 September 2025
Received Date
Tanggal Penqujian : 01 - 22 September 2025
Date of Analysis
Uraian Contoh Uji : 1. Air Sumur Pantau 1
Description of sample 2. Air Sumur Pantau 2 3. Air Sumur Pantau 3
4. Air Sumur Pantau 4

NO	PARAMETER PARAMETERS	SATUAN UNIT	HASIL UJI TEST RESULT				SPESIFIKASI METODE METHOD SPESIFICATION
			1	2	3	4	
1	DHL	µs/cm	16.2	20.7	21.8	19.7	SNI 6989.1-2019
2	pH		6.86	6.87	6.85	6.77	Data Customer
3	Suhu	* C	28	29	28	28	Data Customer
4	Oksigen Terlarut (DO)	mg / L	2.80	2.84	2.86	2.87	Data Customer
5	Sulfat (SO ₄)	mg / L	24.7	22.9	33.3	23.6	SNI 6989-20-2019
6	BOD ₅	mg / L	2	2	3	3	SNI 6989.2-2019
7	COD	mg / L	22	14	32	21	SNI 6989-79-2011
8	Nitrat (NO ₃)	mg / L	0.18	0.205	0.229	0.158	SNI 6989-79-2011
9	Klorida (Cl)	mg / L	3.82	3.12	3.6	2.62	SNI 6989-19-2009
10	Cadmium (Cd)	mg / L	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	SNI 06-6989.38-2005
11	Cuprum (Cu)	mg / L	< 0,06	< 0,08	< 0,08	< 0,08	APHA 3111 B - 2023
12	Timbal (Pb)	mg / L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	SNI 06-6989.46-2005
13	Zink (Zn)	mg / L	0.021	0.001	< 0,01	< 0,01	APHA 3111 B - 2023
14	Amoniak (NH ₃ - N)	mg / L	0.171	0.11	0.220	0.185	SNI 06-6989.30 - 2005

- Catatan :** 1. Hasil Analisis/ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji
Notes These analytical results are only valid for the tested sample
2. Sertifikat Hasil Uji ini tidak boleh digandakan tanpa seijin Laboratorium, kecuali secara lengkap
The certificate shall not reproduced (copied) without the written permission of the Laboratory, except for the completed one
3. Sertifikat ini terdiri dari 1 (satu) halaman
This certificate consist of 1 (one) page

Jambi, 22 September 2025
KEPALA UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN
DINAS PROVINSI JAMBI





PEMERINTAH PROVINSI JAMBI
DINAS LINGKUNGAN HIDUP
UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jalan K.H.Agus Salim No. 07 Kota Baru Jambi, Telp/Fax (0741) 40706
E - mail : lablinkprovjbi@yahoo.com / lablinkjbi@gmail.com Jambi - 36137



No. Registrasi Kompetensi
00056/LP/LJLABLING-1/LR/KLH

LAPORAN HASIL UJI

Report Of Analysis

No. : 275 / LHU / L2JBI / IX / 25

Nama Customer : Ria Hikmarina
Customer Name
Alamat : Desa Suko Awin Jaya Kecamatan Sekeman Kab. Muaro Jambi
Address
Jenis Sampel : Air Sumur
Type of sample (s)
Nomor Sampel : 20/AS/IX/25
Number of Sample No. FPPS : AS - 20 (A - NR)
Tanggal Sampling : 01 September 2025
Sampling Date A : Sampel di antar oleh customer ke lab
NR : Sampel non rutin
Tanggal Penerimaan : 01 September 2025
Received Date
Tanggal Pengujian : 01 - 22 September 2025
Date of Analysis
Uraian Contoh Uji : 5. Air Sumur Pantau 5
Description of sample 6. Air Sumur Pantau 6
7. Air Sumur Control 1
8. Air Sumur Control 2

NO	PARAMETER PARAMETERS	SATUAN UNIT	HASIL UJI TEST RESULT				SPESIFIKASI METODE METHOD SPESIFICATION
			5	6	7	8	
1	DHL	µs/cm	23.7	18.7	21.2	20.8	SNI 6989.1-2019
2	pH	-	6.84	6.86	6.89	6.98	Data Customer
3	Oksigen Terlarut (DO)	mg / L	2.13	2.84	2.86	2.69	Data Customer
4	Sulfat (SO ₄)	mg / L	20.4	19.1	31.6	19.4	SNI 6989-20-2019
5	BOD ₅	mg / L	1	2	2	2	SNI 6989.2-2019
6	COD	mg / L	12	15	21	19	SNI 6989-79-2011
7	Nitrat (NO ₃)	mg / L	0.201	0.127	0.105	0.090	SNI 6989-79-2011
8	Klorida (Cl)	mg / L	3.12	2.62	2.62	2.62	SNI 6989-19-2009
9	Cadmium (Cd)	mg / L	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	SNI 06-6989.38-2005
10	Cuprum (Cu)	mg / L	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08	APHA 3111 B - 2023
11	Timbal (Pb)	mg / L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	SNI 06-6989.46-2005
12	Zink (Zn)	mg / L	0.024	0.031	0.016	< 0,01	APHA 3111 B - 2023
13	Amoniak (NH ₃ - N)	mg / L	0.165	0.107	0.190	0.135	SNI 06-6989.30 - 2005

Catatan : 1. Hasil Analisis ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji

Notes: These analytical results are only valid for the tested sample

2. Sertifikat Hasil Uji ini tidak boleh digandakan tanpa seijin Laboratorium, kecuali secara lengkap
The certificate shall not reproduced (copied) without the written permission of the Laboratory, except for the completed one

3. Sertifikat ini terdiri dari 1 (satu) halaman
This certificate consist of 1 (one) page

Jambi, 22 September 2025

KEPALA UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN
DINAS PROVINSI JAMBI



Robby Irawan, ST, MM.
NIP. 19700619 201001 1 009



**PEMERINTAH PROVINSI JAMBI
DINAS LINGKUNGAN HIDUP
UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN**

Jalan K.H.Agus Salim No. 07 Kota Baru Jambi, Telp/Fax (0741) 40706
E – mail : lablinkprovjbi@yahoo.com / lablinkjbi@gmail.com Jambi – 36137



No. Registrasi Kompetensi
00056/LP/LABLING-1/LR/KLH

LAPORAN HASIL UJI

Report Of Analysis

No. : 275 / LHU / L2JBI / IX / 25

Nama Customer : Ria Hikmarina
Customer Name
Alamat : Desa Suko Awin Jaya Kecamatan Sekernan Kab. Muaro Jambi
Address
Jenis Sampel : Air Sumur
Type of sample (s)
Nomor Sampel : 20/AS/IX/25
Number of Sample No. FPPS : AS - 20 (A - NR)
Tanggal Sampling : 01 September 2025
Sampling Date A : Sampel di antar oleh customer ke lab
NR : Sampel non rutin
Tanggal Penerimaan : 01 September 2025
Received Date
Tanggal Pengujian : 01 - 22 September 2025
Date of Analysis
Uraian Contoh Uji : 9. Air Sumur Control 3
Description of sample 10. Air Sumur Control 4
11. Air Sumur Control 5
12. Air Sumur Penduduk RT. 11

NO	PARAMETER PARAMETERS	SATUAN UNIT	HASIL UJI TEST RESULT				SPESIFIKASI METODE METHOD SPESIFICATION
			9	10	11	12	
1	DHL	µs/cm	18.2	19.2	27.8	30.2	SNI 6989.1-2019
2	pH	-	6.93	6.87	6.78	7.87	Data Customer
3	Suhu	°C	29	29	28	27	Data Customer
4	Oksigen Terlarut (DO)	mg / L	2.95	2.84	2.78	2.89	Data Customer
3	Sulfat (SO ₄)	mg / L	20.2	17.7	20.1	28.3	SNI 6989-20-2019
4	BOD ₅	mg / L	1	1	2	2	SNI 6989.2-2019
5	COD	mg / L	8	11	17	16	SNI 6989-79-2011
6	Nitrat (NO ₃)	mg / L	0.118	0.127	0.084	0.151	SNI 6989-79-2011
7	Klorida (Cl)	mg / L	2.62	3.12	2.62	1.62	SNI 6989-19-2009
8	Cadmium (Cd)	mg / L	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	SNI 06-6989.38-2005
9	Cuprum (Cu)	mg / L	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08	APHA 3111 B - 2023
10	Timbal (Pb)	mg / L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	SNI 06-6989.46-2005
11	Zink (Zn)	mg / L	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,013	APHA 3111 B - 2023
12	Amoniak (NH ₃ -N)	mg / L	0.166	0.103	0.217	0.153	SNI 06-6989.30 - 2005

- Catatan :** 1. Hasil Analisis ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji
Notes These analytical results are only valid for the tested sample
2. Sertifikat Hasil Uji ini tidak boleh digandakan tanpa seizin Laboratorium, kecuali secara lengkap
The certificate shall not reproduced (copied) without the written permission of the Laboratory, except for the completed one
3. Sertifikat ini terdiri dari 1 (satu) halaman
This certificate consist of 1 (one) page

Jambi, 22 September 2025

KEPALA UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN

DINAS LINGKUNGAN HIDUP

Robby Irawan, ST, MM

NIP. 19730619 201001 1 009

Ranks			
	Titik Sampling	N	Mean Rank
Cd	Air Limbah Pks	1	4.00
	Sumur Kontrol 4	1	4.00
	Sumur Kontrol 5	1	4.00
	Sumur Pantau 4	1	4.00
	Sumur Pantau 5	1	4.00
	Sungai Sekawan Hulu	1	4.00
	Sungai Sekawan Hilir	1	4.00
	Total	7	
Cu	Air Limbah Pks	1	5.00
	Sumur Kontrol 4	1	5.00
	Sumur Kontrol 5	1	5.00
	Sumur Pantau 4	1	5.00
	Sumur Pantau 5	1	5.00
	Sungai Sekawan Hulu	1	1.50
	Sungai Sekawan Hilir	1	1.50
	Total	7	
Pb	Air Limbah Pks	1	4.00
	Sumur Kontrol 4	1	4.00
	Sumur Kontrol 5	1	4.00
	Sumur Pantau 4	1	4.00
	Sumur Pantau 5	1	4.00
	Sungai Sekawan Hulu	1	4.00
	Sungai Sekawan Hilir	1	4.00
	Total	7	
Zn	Air Limbah Pks	1	7.00
	Sumur Kontrol 4	1	2.50
	Sumur Kontrol 5	1	2.50
	Sumur Pantau 4	1	2.50
	Sumur Pantau 5	1	6.00
	Sungai Sekawan Hulu	1	5.00
	Sungai Sekawan Hilir	1	2.50
	Total	7	
Ph	Air Limbah Pks	1	7.00
	Sumur Kontrol 4	1	6.00
	Sumur Kontrol 5	1	2.00
	Sumur Pantau 4	1	1.00
	Sumur Pantau 5	1	4.50
	Sungai Sekawan Hulu	1	4.50
	Sungai Sekawan Hilir	1	3.00
	Total	7	
BOD	Air Limbah Pks	1	5.00
	Sumur Kontrol 4	1	1.50
	Sumur Kontrol 5	1	3.00
	Sumur Pantau 4	1	4.00
	Sumur Pantau 5	1	1.50
	Total	5	
COD	Air Limbah Pks	1	7.00
	Sumur Kontrol 4	1	1.00
	Sumur Kontrol 5	1	3.00
	Sumur Pantau 4	1	4.00
	Sumur Pantau 5	1	2.00
	Sungai Sekawan Hulu	1	5.00
	Sungai Sekawan Hilir	1	6.00
Total	7		
Minyak Lemak	Air Limbah Pks	1	3.00
	Sungai Sekawan Hulu	1	1.50
	Sungai Sekawan Hilir	1	1.50
	Total	3	

