

BAB II

BAHAN DAN PROSES PENGOLAHAN

2.1 Pengertian Bahan Baku

Bahan baku merupakan komponen utama yang digunakan dalam proses produksi suatu produk. Menurut Rosa Indah et al., 2017, bahan baku adalah semua barang yang akan diolah melalui proses produksi menjadi barang jadi. Dalam konteks industri air minum, bahan baku mengacu pada sumber air yang akan melalui berbagai tahap pengolahan sebelum dapat dikonsumsi oleh Masyarakat. Air yang digunakan untuk sumber bahan baku dalam pembuatan air minum dalam kemasan harus memiliki persyaratan sebagai air bersih sesuai dengan PERMENKES 492 210 pada tabel 2.1

Tabel 2. 1 Syarat Air Minum

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan Kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E. Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia an-organik		
	1) Arsen	mg/l	0,01
	2) Fluorida	mg/l	1,5
	3) Total Kromium	mg/l	0,05
	4) Kadmium	mg/l	0,003
	5) Nitrit, (Sebagai NO ₂ -)	mg/l	3
	6) Nitrat, (Sebagai NO ₃ -)	mg/l	50

7) Sianida	mg/l	0,07
8) Selenium	mg/l	0,01

2 Parameter yang tidak langsung
berhubungan dengan Kesehatan

a. Parameter Fisik

1) Bau		Tidak Berbau
2) Warna	TCU	15
3) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
4) Kekeruhan		5
5) Rasa		Tidak Berasa
6) Suhu	⁰ C	Suhu udara ± 3

b. Parameter Kimiawi

1) Alumunium	mg/l	0,2
2) Besi	mg/l	0,3
3) Kesadahan	mg/l	500
4) Khlorida	mg/l	250
5) Mangan	mg/l	0,4
6) Ph	mg/l	6,5-8,5
7) Seng	mg/l	3
8) Sulfat	mg/l	250
9) Tembaga	mg/l	2
10) Amonia	mg/l	1,5

Keterangan :

TCU: True Colour Units

NTU: Nep helometric Turbidity Unit

*) Zat Kimia Bersifat Racun

Sumber: PERMENKES/292/210

Pada pabrik air minum demineral, bahan baku yang digunakan adalah air baku yang memiliki kandungan mineral yang rendah atau telah melalui proses penghilangan mineral. Dalam studi ini, bahan baku yang dimaksud adalah air pegunungan yang berasal dari kawasan Gunung Ungaran. Air dari Gunung Ungaran dikenal memiliki kualitas alami yang baik karena berasal dari mata air pegunungan yang terlindungi dari pencemaran industri dan limbah domestik.

Air gunung ini kemudian disuplai oleh pihak ketiga, yaitu CV Shela Tirta, sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang penyediaan dan distribusi air baku untuk kebutuhan industri air minum. CV Shela Tirta bertanggung jawab atas pengambilan, pengangkutan, dan pengiriman air gunung ke lokasi pabrik air minum demineral. Air baku yang disuplai oleh CV Shela Tirta telah melalui pengujian laboratorium untuk memastikan kesesuaiannya dengan standar kualitas. Hasil lengkap pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 2. 2 Hasil Uji Air Baku Cv Shela Tirta Oleh Kementrian Perindustrian

No	Parameter	Hasil Analisis
Mikrobiologi		
1	Escherichia Coli	CFU/100 mL 0
2	Total Coliform	CFU/100 mL 0
Fisik		
3	Suhu	⁰ C 29,0
4	Total Dissolve Solid	mg/L 176
5	Kekeruhan	TCU 0,64
6	Warna	- <1,000
7	Bau	Tidak Berbau
Kimia		
8	Ph	7,50
9	Nitrat (Sebagai NO ₃) (Terlarut)	mg/L 0,001
10	Nitrit (Sebagai NO ₂) (Terlarut)	mg/L 0,002
11	Kromium valensi 6 (Cr ⁶⁺)(terlarut)	mg/L <0,001
12	Besi (Fe) (terlarut)	mg/L 0,034
13	Mangan (Mn) (terlarut)	mg/L <0,010

14	Sisa Khlor (terlarut)	mg/L	<0,02
15	Arsen (As) (terlarut)	mg/L	<0,003
16	Cadmium (Cd) (terlarut)	mg/L	<0,001
17	Timbal (Pb) (terlarut)	mg/L	<0,010
18	Fluoride (F) (terlarut)	mg/L	0,100
19	Alumunium (Al) (terlarut)	mg/L	<0,010

Berdasarkan hasil uji laboratorium, air yang disuplai oleh CV Shela Tirta menunjukkan parameter yang memenuhi syarat mutu, seperti tidak terdeteksinya bakteri *Escherichia coli* dan *Total Coliform*, rendahnya tingkat kekeruhan dan warna, serta kandungan logam berat yang sangat minim bahkan di bawah ambang batas deteksi. pH air yang netral (7,50), kandungan TDS yang rendah (176 mg/L), serta tidak terdeteksinya bau menjadikan air ini sangat ideal untuk proses demineralisasi lebih lanjut.

Sebagai perbandingan, air tanah yang sering digunakan sebagai alternatif sumber air baku dalam industri air minum biasanya memiliki tantangan tersendiri, seperti kandungan zat besi (Fe) dan mangan (Mn) yang tinggi, tingkat kesadahan (hardness) yang bervariasi, serta potensi kontaminasi mikrobiologis dan kimiawi akibat limbah domestik maupun industri. Oleh karena itu, pemilihan air pegunungan sebagai bahan baku memberikan keuntungan dari segi kualitas awal air yang lebih stabil, lebih bersih secara alami, dan lebih sedikit memerlukan proses pra-pengolahan.

Dalam proses pengolahan di pabrik, air ini akan mengalami beberapa tahapan seperti penyaringan, demineralisasi, sterilisasi, dan pengemasan agar memenuhi standar air minum dalam kemasan (AMDK) yang aman dan layak konsumsi.

2.2 Bahan Pengemas

Bahan pengemas merupakan segala jenis material yang digunakan untuk membungkus, melindungi, menyimpan, dan mendistribusikan produk, dalam hal ini produk air minum demineral. Fungsi utama bahan pengemas adalah menjaga

kualitas dan keamanan produk dari faktor eksternal seperti kontaminasi mikrobiologis, fisik, maupun kimia yang dapat terjadi selama proses penyimpanan dan pengiriman. Selain itu, bahan pengemas juga berfungsi sebagai media informasi dan promosi melalui pencantuman label produk, tanggal kedaluwarsa, komposisi, serta informasi produsen.

Dalam industri air minum demineral, bahan pengemas harus memenuhi standar keamanan pangan dan ketentuan Good Manufacturing Practices (GMP). Bahan yang digunakan harus bersifat food-grade, tidak bereaksi dengan produk, serta mampu menjaga integritas dan kebersihan air hingga sampai ke tangan konsumen. Pengemasan yang baik sangat berpengaruh terhadap citra merek dan kepuasan konsumen, serta kepatuhan terhadap regulasi pemerintah seperti SNI, BPOM, dan sertifikasi halal.

Secara umum, bahan pengemas dibagi menjadi dua jenis berdasarkan fungsinya, yaitu kemasan primer dan kemasan sekunder. Kemasan primer adalah kemasan yang bersentuhan langsung dengan produk, sedangkan kemasan sekunder berfungsi sebagai pelindung tambahan dan penggabung unit produk dalam jumlah besar untuk kebutuhan distribusi.

2.2.1 Kemasan Primer

Kemasan primer adalah kemasan yang bersentuhan langsung dengan produk. Peran kemasan primer sangat krusial karena berfungsi untuk melindungi mutu air, menjaga higienitas, dan mencegah kontaminasi dari faktor eksternal seperti debu, mikroorganisme, bahan kimia, dan paparan sinar UV sehingga dalam pabrik air minum demineral digunakan kemasan primer berupa botol plastik berbahan Polyethylene Terephthalate (PET) untuk kemasan sekali pakai. PET merupakan bahan plastik termoplastik yang telah banyak digunakan secara luas dalam industri makanan dan minuman karena karakteristiknya yang aman untuk kontak langsung dengan konsumsi manusia (food grade). Botol PET tidak bereaksi dengan air demineral sehingga tidak mengubah rasa, bau, maupun sifat kimia dari air yang dikemas. Hal ini menjadikannya pilihan ideal bagi industri yang menuntut tingkat higienitas dan stabilitas produk yang tinggi.

Selain aman, PET memiliki keunggulan dari sisi fisik, yaitu ringan dan tahan terhadap benturan. Botol berbahan PET sangat cocok untuk proses pengangkutan dan distribusi dalam jumlah besar karena bobotnya yang ringan mampu menekan biaya logistik. Ketahanannya terhadap benturan juga mengurangi risiko kerusakan selama proses produksi dan pengiriman.

Dari segi tampilan, botol PET menawarkan transparansi tinggi yang memungkinkan konsumen melihat langsung isi produk. Faktor ini berperan penting dalam membangun kepercayaan konsumen karena mereka dapat melihat kejernihan air sebagai indikator kualitas. Selain itu, bentuk dan desain botol PET bisa dikustomisasi untuk menambah nilai estetika dan meningkatkan daya tarik visual produk di pasaran.

Ketahanan PET terhadap air dan bahan kimia ringan juga menjadi kelebihan utama. Dalam konteks air demineral, kemasan PET tidak mudah terdegradasi atau bocor, sehingga mampu menjaga kualitas produk sepanjang masa penyimpanan. Ini memastikan air tetap bersih dan higienis hingga sampai ke tangan konsumen.

Botol PET untuk kapasitas 330 ml umumnya dirancang untuk efisiensi ruang, kemudahan penggunaan, dan kenyamanan saat diminum langsung. Dimensi standar dapat sedikit berbeda tergantung produsen atau cetakan (mould) yang digunakan, tetapi umumnya memiliki spesifikasi sebagai berikut. Botol ini terbuat dari bahan PET (Polyethylene Terephthalate) dengan kapasitas isi bersih sebesar 330 ml. Memiliki tinggi 185 mm, diameter badan 62 mm, dan diameter mulut (neck size) 28 mm. Berat botol dalam kondisi kosong adalah 12 gram. Selain material botol itu sendiri, identitas kemasan juga sangat penting untuk memastikan keaslian dan keamanan produk. Botol PET dilengkapi dengan label yang melekat erat pada permukaannya. Label ini memuat informasi penting seperti merek, volume, komposisi air, tanggal produksi, tanggal kadaluarsa, serta informasi gizi dan sertifikasi keamanan pangan. Label dibuat dari bahan yang tahan air dan tidak mudah terkelupas agar informasi tetap terbaca jelas selama masa penyimpanan dan distribusi. Untuk menjamin keamanan produk dan mencegah pembukaan yang tidak sah, botol juga dilengkapi dengan segel plastik pada tutupnya. Segel ini

berfungsi sebagai indikator bahwa produk belum pernah dibuka sejak keluar dari pabrik. Segel plastik dirancang agar mudah dilepas oleh konsumen namun sulit untuk direkatkan kembali setelah dibuka, sehingga memberikan perlindungan ekstra terhadap kontaminasi dan manipulasi produk. Penggunaan segel plastik juga meningkatkan kepercayaan konsumen bahwa produk yang mereka terima dalam kondisi higienis dan aman untuk dikonsumsi.

2.2.2 Kemasan Sekunder

Kemasan sekunder adalah kemasan yang tidak bersentuhan langsung dengan produk, namun berfungsi sebagai wadah pelindung, pengelompokan, dan penunjang distribusi dari kemasan primer (seperti botol PET). Dalam industri air minum demineral, kemasan sekunder berperan penting dalam memastikan produk tetap aman, bersih, dan mudah ditangani selama penyimpanan maupun pengiriman ke konsumen.

Jenis kemasan sekunder yang umum digunakan antara lain adalah shrink wrap (plastik pembungkus menyusut), kardus (corrugated box), atau tray plastik. Botol-botol air minum biasanya dikelompokkan dalam jumlah tertentu — misalnya 12 atau 24 botol kemudian dibungkus secara rapat menggunakan plastik shrink film. Alternatif lainnya adalah menggunakan karton bergelombang untuk keperluan pengiriman jarak jauh agar memberikan perlindungan tambahan terhadap benturan.

Kemasan sekunder berfungsi utama untuk melindungi produk selama distribusi dari getaran, tekanan, dan kerusakan fisik, serta mempermudah penanganan dan penyusunan di gudang atau rak toko. Selain itu, kemasan ini juga digunakan sebagai media branding tambahan seperti label produk, logo, informasi batch, dan tanggal kedaluwarsa. Untuk botol PET berukuran 330 ml, dimensi umumnya adalah tinggi sekitar 180–190 mm, diameter dasar 60–65 mm, dan diameter mulut 28 mm (standar PCO). Botol biasanya disusun dalam pola 6 x 4 (24 botol) dalam kemasan sekunder berukuran sekitar 260 x 170 x 190 mm, yang terbuat dari karton bergelombang (3-ply atau 5-ply).

2.3 Deskripsi Proses

Proses produksi merupakan suatu bentuk kegiatan yang bertujuan untuk menciptakan suatu barang dengan menggunakan sumber-sumber (tenaga kerja,

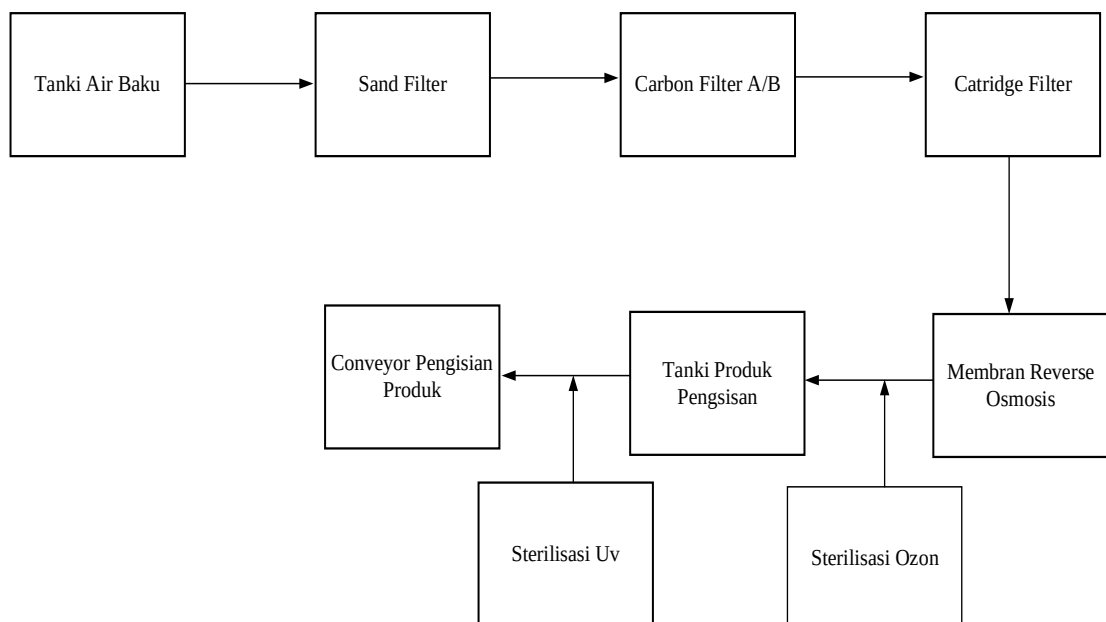
mesin, bahan-bahan, dana) yang ada. Proses produksi dapat mengubah bahan mentah menjadi produk jadi melalui beberapa tahapan penting seperti perencanaan, pengorganisasian, dan pengendalian mutu.

Proses produksi air minum demineral merupakan rangkaian kegiatan yang bertujuan untuk menghilangkan kandungan mineral dan zat terlarut lainnya dari air baku melalui tahapan pemurnian tertentu, sehingga menghasilkan air yang bersih, tidak berwarna, tidak berbau, dan aman untuk dikonsumsi.

Air demineral memiliki tingkat kemurnian yang tinggi karena sebagian besar mineral dan ion-ion dalam air telah dihilangkan, menjadikannya cocok untuk kebutuhan konsumsi tertentu serta aplikasi industri yang memerlukan air dengan kemurnian tinggi.

Pengolahan air demineral menggunakan sistem batch dengan kapasitas produksi yang direncanakan 13.200 L/hari dengan satu shift per hari, yang terdiri atas 8 jam. Kapasitas tersebut disesuaikan dengan kebutuhan pasar serta efisiensi dari proses produksi dan distribusi.

2.3.1 Tahapan Umum Proses Produksi



Gambar 2. 1 Diagram Blok Proses Produksi Tanki Bahan Baku

2.3.2 Tanki Penyimpanan

Proses produksi air minum demineral dimulai dari penampungan air baku dalam sebuah tanki penyimpanan. Air baku ini biasanya berasal dari sumber alami seperti sungai, danau, atau sumur bor dalam, tergantung pada ketersediaan dan kualitas air di lokasi pabrik. Fungsi utama dari tanki ini adalah sebagai tempat penampungan awal untuk menjamin pasokan air yang stabil dan berkelanjutan bagi proses produksi. Selain itu, penyimpanan ini juga memungkinkan pengendapan partikel-partikel berat secara alami sebelum air dialirkan ke unit penyaringan berikutnya. Kapasitas tanki disesuaikan dengan kebutuhan harian pabrik, dalam hal ini sekitar 13.200 liter per hari. Dalam praktik operasional, tanki ini dilengkapi dengan sensor level otomatis dan sistem kontrol untuk mengatur volume air masuk dan keluar, serta sistem ventilasi untuk menjaga kualitas udara dalam tanki. Penempatan tanki juga strategis untuk meminimalkan kontaminasi silang dan memudahkan aliran air menuju tahap filtrasi pertama. Dengan adanya sistem penyimpanan ini, proses produksi tidak akan terganggu oleh fluktuasi pasokan air baku, terutama dalam kondisi cuaca ekstrem atau saat terjadi gangguan pada sumber air utama.

2.3.3 Filtrasi

2.3.2.1 Sand Filter

Setelah ditampung dalam tanki penyimpanan, air baku dialirkan menuju unit sand filter atau filtrasi pasir sebagai tahap awal penyaringan fisik. Sand filter adalah sistem penyaring berbasis media pasir silika, kerikil, dan terkadang batu antrasit yang disusun secara berlapis. Media ini berfungsi untuk menangkap partikel-partikel kasar seperti pasir, lumpur, tanah liat, dan sedimen berat lainnya yang terbawa dari sumber air. Proses ini sangat penting untuk mencegah kerusakan pada peralatan di tahap selanjutnya dan mengurangi beban kerja unit penyaringan yang lebih halus. Filtrasi pasir bekerja berdasarkan prinsip gravitasi dan tekanan, di mana air dialirkan dari atas dan melewati lapisan media penyaring ke bawah. Selama proses ini, partikel tersaring dan tertahan di permukaan media atau di antara celah-celah pasir. Sistem ini biasanya dilengkapi dengan fitur backwash otomatis yang memungkinkan pembersihan media secara berkala untuk menjaga efektivitas penyaringan. Tanpa proses sand filter, partikel besar yang masih terdapat dalam air

bisa mengganggu proses demineralisasi dan mempercepat kerusakan membran atau filter lain. Oleh karena itu, tahap ini menjadi fondasi awal dari keseluruhan proses pemurnian air.

2.3.2.2 Carbon Filter

Setelah proses filtrasi pasir, air dialirkan ke carbon filter, yang merupakan tahap penting dalam penyaringan kimia dan organik. Filter ini menggunakan media karbon aktif yang memiliki pori-pori sangat kecil dengan luas permukaan tinggi untuk menyerap berbagai senyawa kimia. Tujuan utama dari proses ini adalah untuk menghilangkan klorin bebas, senyawa organik volatil, pestisida, serta zat-zat kimia yang dapat menimbulkan bau dan rasa tidak sedap pada air. Selain itu, karbon aktif juga efektif dalam menyerap logam berat dalam jumlah kecil dan bahan kimia berbahaya lainnya. Proses ini bekerja berdasarkan prinsip adsorpsi, di mana molekul-molekul zat terlarut menempel pada permukaan karbon. Dalam pabrik air minum demineral, penggunaan carbon filter juga berfungsi untuk melindungi sistem reverse osmosis dari kerusakan akibat klorin dan senyawa korosif lainnya. melalui proses adsorpsi menggunakan karbon aktif granular (GAC). Tahap ini turut berkontribusi pada peningkatan cita rasa air dan menjamin bahwa air yang diproses tidak hanya bersih secara fisik, tetapi juga layak secara sensorik. Karbon filter biasanya harus diganti atau diregenerasi secara berkala agar tetap efektif dalam menyerap kontaminan.

2.3.4 Membran RO (Reverse Osmosis)

Reverse osmosis (RO) merupakan inti dari proses demineralisasi dalam sistem produksi air minum demineral. Pada tahap ini, air yang telah melalui berbagai tahap penyaringan awal ditekan melalui membran semi-permeabel menggunakan tekanan tinggi, biasanya antara 4 hingga 10 bar tergantung desain sistem. Membran RO memiliki pori-pori mikroskopis yang hanya memungkinkan molekul air murni untuk melewati, sementara zat terlarut seperti logam berat (arsenik, timbal), mineral (kalsium, magnesium, natrium), garam, serta bakteri dan virus akan tertahan dan dibuang sebagai air limbah (reject water). Sistem RO sangat efektif dalam menurunkan TDS (Total Dissolved Solids) hingga lebih dari 95%, menjadikannya metode utama untuk menghasilkan air demineral berkualitas tinggi.

Proses ini memerlukan pemantauan tekanan, pH, dan laju aliran untuk memastikan performa optimal. Selain itu, sistem RO biasanya dilengkapi dengan pre-filter dan post-filter serta sistem flush otomatis untuk membersihkan membran secara berkala agar tidak cepat tersumbat. Air hasil RO inilah yang menjadi air murni dan siap menuju tahap sterilisasi, sementara air reject dikelola sesuai standar lingkungan.

2.3.5 Sterilisasi Ozon

Air kemudian melewati proses sterilisasi menggunakan ozon. Ozon (O_3) adalah gas yang terbentuk dari tiga atom oksigen dan memiliki sifat oksidator kuat, menjadikannya sangat efektif dalam membunuh mikroorganisme seperti bakteri, virus, protozoa, dan jamur. Dalam sistem ini, ozon dihasilkan oleh ozon generator dengan bantuan oksigen atau udara kering dan dialirkan ke dalam air melalui diffuser atau injector venturi. Ozon bekerja dengan cara merusak dinding sel mikroorganisme dan mengoksidasi senyawa organik yang mungkin masih tersisa, sehingga meningkatkan kemurnian air secara kimiawi dan mikrobiologis. Berbeda dengan klorin, ozon tidak meninggalkan residu berbahaya setelah digunakan karena akan kembali menjadi oksigen. Namun, kelebihan ozon yang tidak stabil ini juga menjadi kelemahan, sehingga waktu kontak dan dosis ozon harus dikontrol dengan tepat. Dalam industri air minum, sterilisasi ozon merupakan metode pilihan karena efisiensinya tinggi dan aman digunakan.

2.3.6 Tanki Produk

Selanjutnya disimpan dalam tanki produk, yaitu tempat penampungan air hasil pemurnian. Fungsi utama tanki ini adalah untuk menampung sementara air RO sebelum melalui proses sterilisasi akhir dan pengemasan. Tanki ini dirancang agar kedap udara dan terbuat dari bahan food grade seperti stainless steel 304 atau plastik HDPE yang tahan terhadap kontaminasi mikroba maupun reaksi kimia. Sistem ini dilengkapi dengan sensor level otomatis dan saluran keluar terkontrol, guna menjamin bahwa air tetap steril dan tidak terkontaminasi kembali selama penyimpanan. Selain itu, tanki produk biasanya dilengkapi dengan sistem pengaduk lembut (slow mixer) atau sirkulasi internal untuk menjaga keseragaman kualitas air di seluruh volume. Dalam beberapa desain, tanki juga dilengkapi sistem sanitasi internal seperti semprotan CIP (Clean-In-Place) untuk memudahkan pembersihan

rutin. Keberadaan tanki produk sangat penting sebagai buffer agar proses produksi tidak terganggu oleh ketidakseimbangan antara output sistem RO dan input sistem filling. Dari sinilah air kemudian dialirkan ke unit sterilisasi ozon untuk proses akhir.

2.3.7. Sterilisasi UV

Sterilisasi UV merupakan tahap akhir dalam proses pemurnian air yang berfungsi sebagai perlindungan mikrobiologis tambahan sebelum air dikemas atau didistribusikan. Teknologi ini menggunakan lampu UV dengan panjang gelombang sekitar 254 nanometer yang sangat efektif dalam menonaktifkan DNA mikroorganisme, sehingga mereka tidak dapat berkembang biak. Proses ini dilakukan tanpa menambahkan bahan kimia apapun, menjadikannya aman, bersih, dan tidak mengubah rasa atau kandungan air. Unit UV biasanya terdiri dari tabung stainless steel tempat lampu UV dipasang dan air mengalir melewatinya dalam kecepatan tertentu. Efektivitas sterilisasi UV sangat bergantung pada kejernihan air, sehingga proses ini ditempatkan setelah seluruh tahap penyaringan selesai. Sterilisasi UV memastikan bahwa tidak ada patogen yang lolos dari proses sebelumnya, menjadikan air benar-benar aman untuk dikonsumsi. Lampu UV perlu dirawat dan diganti secara berkala untuk mempertahankan intensitas pancaran sinar, serta dilengkapi sensor untuk mendeteksi penurunan kinerja. Tahap ini juga sangat penting dalam memenuhi standar mutu air minum sesuai ketentuan BPOM atau SNI.UV (Ultraviolet)

2.3.8. Pengisian Produk (Filling)

Setelah melewati tahap sterilisasi UV, air demineral yang telah benar-benar bersih dan aman dikonsumsi dialirkan menuju tahap pengisian ke dalam kemasan primer, yaitu botol PET berukuran 330 ml. Tahap pengisian ini dilakukan secara otomatis menggunakan mesin filling line yang terintegrasi dengan sistem conveyor. Conveyor berfungsi sebagai jalur otomatis untuk mengalirkan botol kosong dari area penyusunan ke mesin pengisian. Sebelum proses pengisian, botol-botol terlebih dahulu melewati unit pembilasan (rinsing) untuk dibersihkan menggunakan air steril atau udara bertekanan, guna menghilangkan partikel debu atau kotoran yang mungkin menempel selama penyimpanan atau pemindahan.

Setelah proses pembilasan, botol diarahkan menuju stasiun pengisian. Mesin filling bekerja dengan sistem sensor otomatis yang mengatur volume air secara presisi sesuai kapasitas botol, yaitu 330 ml. Teknologi ini memastikan bahwa setiap botol terisi dengan takaran yang tepat, higienis, dan tanpa tumpah. Proses pengisian berlangsung dalam ruang tertutup dengan standar sanitasi yang tinggi untuk mencegah risiko kontaminasi. Selain itu, kecepatan conveyor dan mesin pengisi dapat disesuaikan dengan kapasitas produksi harian, yakni sebesar 13.200 liter, sehingga efisiensi produksi tetap terjaga.

2.3.9. Sealing (Penutupan dan Penyegelan botol)

Setelah proses pengisian selesai, botol-botol yang telah terisi air demineral secara otomatis diarahkan menuju unit penutupan (capping). Pada tahap ini, sistem conveyor mengatur alur pergerakan botol menuju mesin sealing yang akan memasang tutup botol berbahan plastik secara rapat dan steril. Proses sealing dilakukan secara otomatis dan cepat menggunakan mesin capping yang dilengkapi dengan sensor tekanan untuk memastikan setiap tutup terpasang dengan kuat dan kedap udara, sehingga mencegah terjadinya kebocoran maupun kontaminasi mikroba dari lingkungan luar.

Proses penutupan dilakukan dalam lingkungan yang terkontrol dan higienis. Botol tidak bersentuhan langsung dengan operator selama proses berlangsung, yang berarti risiko kontaminasi sangat rendah. Setelah botol ditutup rapat, conveyor akan membawa botol ke unit labeling untuk pemasangan label identitas produk, lalu ke sistem pengemasan sekunder seperti karton box atau plastik shrink. Dengan sistem ini, keseluruhan proses pengisian dan penyegelan berlangsung secara efisien, berkesinambungan, dan sesuai dengan standar produksi air minum dalam kemasan. Proses ini juga memastikan bahwa produk siap didistribusikan dalam kondisi yang aman, steril, dan menarik secara visual di pasaran.

2.3.10. Packing (Pengepakan Produk)

Setelah proses pengisian dan penutupan selesai, botol-botol yang telah dilabeli kemudian diarahkan ke tahap pengepakan. Pada tahap ini, botol air minum demineral dikemas dalam kemasan sekunder menggunakan karton box

bergelombang (corrugated box) atau plastik shrink film yang disesuaikan dengan kebutuhan pasar dan strategi distribusi. Umumnya, susunan botol untuk kemasan 330 ml adalah 6 botol per baris $\times$ 4 baris, sehingga satu karton atau tray berisi 24 botol.

Sistem conveyor membawa botol-botol ke area packing secara teratur dan otomatis. Di sana, pekerja atau mesin packing akan menyusun botol ke dalam karton atau tray. Untuk pengemasan menggunakan shrink film, botol yang telah disusun akan melalui mesin pemanas (shrink tunnel) yang menyusutkan plastik secara erat ke botol, menjaga kestabilan dan keamanan produk selama transportasi. Karton yang digunakan biasanya memiliki spesifikasi 3-ply atau 5-ply, tergantung pada kekuatan yang dibutuhkan selama distribusi. Label tambahan, seperti nama produk, kode produksi, dan tanggal kedaluwarsa, dapat dicetak langsung di karton atau ditempelkan dalam bentuk stiker.

Proses pengepakan ini tidak hanya berfungsi untuk melindungi produk selampenyimpanan dan distribusi, tetapi juga memudahkan penghitungan stok dan tata letak barang di gudang serta kendaraan pengiriman.

2.3.12 Palleting (Penyusunan Produk di Pallet)

Tahap terakhir dari proses produksi air minum demineral adalah palleting, yaitu penyusunan karton atau tray produk ke atas pallet untuk mempermudah penanganan, penyimpanan di gudang, dan distribusi. Setelah botol dikemas dalam karton, karton-karton tersebut disusun secara rapi di atas pallet berbahan kayu atau plastik. Penyusunan biasanya mengikuti pola tertentu (misalnya 6 karton $\times$ 6 tumpukan per pallet), tergantung pada ukuran karton dan batas kapasitas angkut forklift atau kendaraan distribusi.

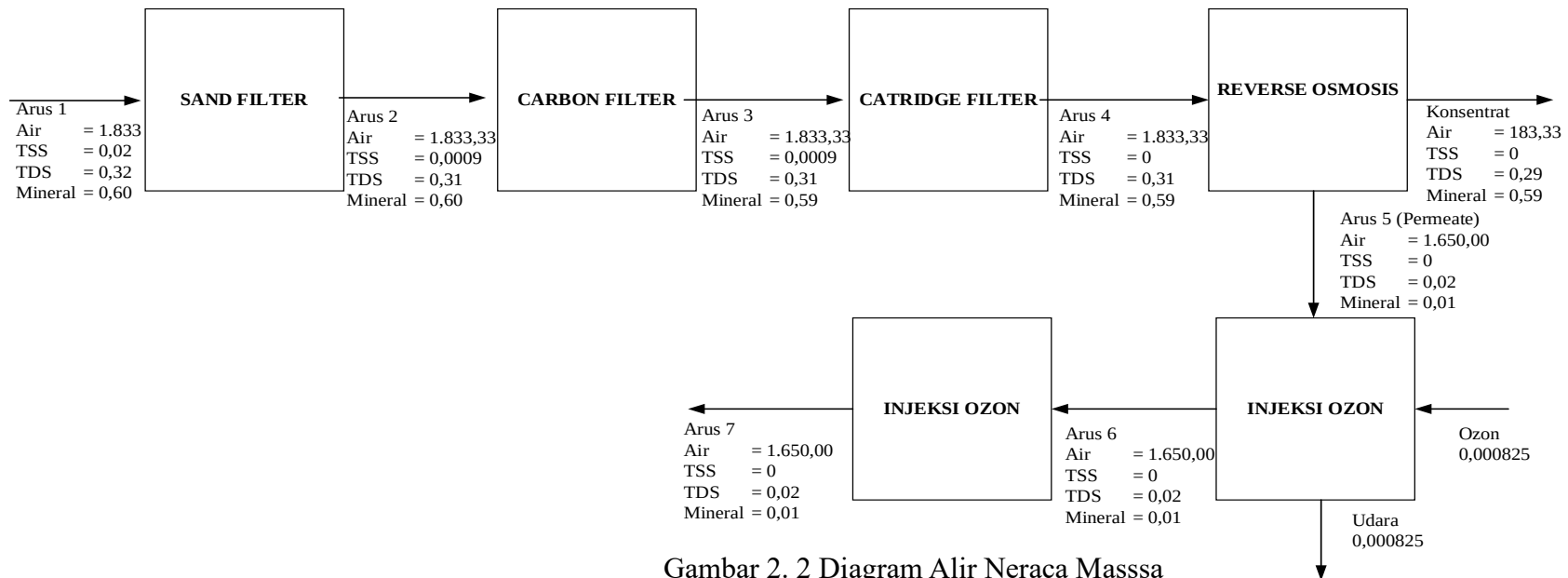
Setelah penyusunan selesai, seluruh pallet kemudian dibungkus menggunakan plastik stretch film untuk menjaga kestabilan tumpukan dan melindungi karton dari debu, kelembaban, serta kerusakan selama transportasi. Stretch wrapping ini penting untuk memastikan produk tetap aman meskipun terjadi getaran atau guncangan selama pengiriman.

Proses palletizing dapat dilakukan secara manual untuk skala produksi kecil atau semi-otomatis menggunakan mesin palletizer pada pabrik dengan kapasitas produksi besar seperti 13.200 liter per hari. Pallet yang sudah siap kemudian dipindahkan ke area gudang penyimpanan sementara sebelum dikirim ke distributor atau pelanggan. Tahapan ini menjadi penutup dari seluruh rangkaian proses produksi air minum demineral, yang memastikan produk sampai ke konsumen dalam kondisi higienis, rapi, dan siap konsumsi.

2.3.10 Penyimpanan, Pergudangan serta Pendistribusian

Penyimpanan dalam gudang harus dilakukan minimal 24 jam sebelum produk didistribusikan untuk mengurangi aroma dan rasa ozon yang terdapat dalam air minum. Kondisi penyimpanan produk akhir dikendalikan dengan cara menghindari kontak dengan sinar matahari secara langsung, mengendalikan maksimum penumpukan, serta pengaturan jarak antara palet dengan palet maupun dengan lantai. Jarak antar palet dan jarak palet ke lantai ditetapkan 10 cm, sedangkan jarak palet dengan dinding ditetapkan 20 cm. Jarak antara pallet satu dengan lain dimaksudkan untuk memudahkan proses penyimpanan dan pengeluaran bahan, sedangkan jarak pallet dari dinding bertujuan untuk menghindari kelembaban dari dinding dan kontaminasi kotoran atau serangga dari dinding gudang penyimpanan. Metode penyimpanan dan distribusi produk yang digunakan FIFO (First in First Out), yaitu pengambilan produk yang akan dipasarkan didasarkan pada tanggal produksi. Barang yang diproduksi terlebih dahulu akan dipasarkan lebih dahulu sehingga tidak ada produk yang tinggal dalam gudang terlalu lama dan kualitas produk tetap terjaga. Pengeluaran barang dari gudang material juga menggunakan sistem FIFO. Pengeluaran barang tersebut berdasarkan status uji yang diberikan pada produk tersebut oleh pihak QC. Status uji tersebut berupa label yang ditempelkan pada karton dan memiliki warna berbeda, yaitu merah, hijau dan kuning. Label hijau yang diberikan menunjukkan bahwa produk telah lolos pengujian dan siap dipasarkan. Produk yang disimpan di gudang kemudian didistribusikan dengan menggunakan mobil untuk kebutuhan air minum Universitas Diponegoro.

2.4 Diagram Alir Neraca Massa



Gambar 2. 2 Diagram Alir Neraca Massa

2.5 Neraca Massa Alat

2.5.1 Neraca Massa Sand Filter

Tabel 2. 3 Neraca Massa Sand Filter

Komponen	Input (Kg/jam)	Keluar (Kg/jam)	
	Arus 1	Arus 2	Tertahan
Air	1.833,33	1.833,33	
TSS	0,02	0,0009	0,02
TDS	0,32	0,31	0,01
Mineral	0,60	0,60	
Subtotal	1.834,27	1.834,25	0,03
Total	1.834,27	1.834,27	

2.5.2 Neraca Massaa Carbon filter

Tabel 2. 4 Neraca Massa Carbon Filter

Komponen	Input (Kg/jam)	Keluar (Kg/jam)	
	Arus 1	Arus 2	Tertahan
Air	1.833,33	1.833,33	
TSS	0,0009	0,0009	
TDS	0,31	0,31	
Mineral	0,60	0,59	0,00
Subtotal	1.834,25	1.834,24	0,00
Total	1.834,25	1.834,25	

2.5.3 Neraca Massa Catridge Filter

Tabel 2. 5 Neraca Massa Catridge Filter

Komponen	Input (Kg/jam)	Keluar (Kg/jam)	
	Arus 1	Arus 2	Tertahan
Air	1.833,33	1.833,33	-
TSS	0,0009	-	0,001
TDS	0,31	0,31	-

Mineral	0,59	0,59	-
Subtotal	1.834,24	1.834,24	0,0009
Total	1.834,24	1.834,24	

2.5.4 Neraca Massa Reverse Osmosis

Tabel 2. 6 Neraca Massa Reverse Osmosis

Komponen	Input (Kg/jam)	Keluar (Kg/jam)	
	Arus 4	Arus 5	Tertahan
Air	1.833,33	1.650,00	183,33
TSS	-	-	-
TDS	0,31	0,02	0,29
Mineral	0,59	0,01	0,59
Subtotal	1.834,24	1.650,02	184,21
Total	1.834,24	1.834,24	

2.5.5 Neraca Massa Injeksi Ozon

Tabel 2. 7 Neraca Massa Injeksi Ozon

Komponen	Masuk (Kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 5	Ozon	Arus 6
Air	1.650,00	-	1.650,00
TSS	-	-	-
TDS	0,02	-	0,02
Mineral	0,01	-	0,01
Udara	-	0,0008	0,0008
Subtotal	1.650,02	0,0008	1.650,03
Total	1.650,03		1.650,03

2.5.6 Neraca Massa Pengemasan

Tabel 2. 8 Neraca Massa Pengemasan

Komponen	Masuk (Kg/jam)	Keluar
		(kg/jam)

	Arus 5	Ozon	Arus 6
Air	1.650,00	1.650,00	-
TSS	-	-	-
TDS	0,02	0,02	-
Mineral	0,01	0,01	-
Ozon	0,0008	-	0,0008
Subtotal	1.650,03	1.650,02	0,0008
Total	1.650,03		1.650,03

2.5.7 Neraca Massa Overall

Tabel 2. 9 Neraca Massa Overall

Keterangan	Input	Output
Air	1.833,33	
TSS	0,02	
TDS	0,32	
Mineral	0,60	
Ozon	0,0008	
Retenter RO		184,21
Air		1650,0
TSS		0,000
TDS		0,017
Mineral		0,007
Ozon		0,0008
Total	1834,27	1834,27

$$\begin{aligned}
\text{Hasil Air produk} &= 1.650 \text{ L/jam} \\
\text{Hasil Air produk /hari} &= 1.650 \text{ L/jam} \times 8 \text{ jam} \\
&= 13.200 \text{ L/hari}
\end{aligned}$$

2.6 Tata Letak Pabrik

Tata letak fasilitas dalam pabrik mencerminkan susunan strategis dari berbagai area penting seperti ruang kerja karyawan, posisi peralatan utama, serta area penyimpanan bahan baku dan produk akhir. Penataan ini dirancang untuk menciptakan efisiensi ruang serta memastikan kelancaran alur produksi secara keseluruhan. Penempatan alat-alat seperti sistem *Water Treatment RO*, ruang *Filling*, *Sterilisasi*, hingga *Area Kemas* dirancang sedemikian rupa agar tercipta lingkungan kerja yang aman, ergonomis, dan nyaman bagi pekerja. Selain area produksi inti, pabrik juga dilengkapi dengan fasilitas pendukung seperti *Ruang Kontrol*, *Gudang*, *Ruang Kompresor*, dan *Ruang Pengunjung* yang ditempatkan secara terpisah agar tidak mengganggu alur produksi dan distribusi. Tata letak ini juga memperhatikan kebutuhan terhadap:

a. Rencana Perluasan

Area tertentu dalam layout disiapkan untuk pengembangan kapasitas produksi atau penambahan unit pengolahan baru di masa depan.

b. Aspek Keamanan

Area seperti tanki penyimpanan dan ruang proses ditempatkan pada Lokasi yang aman, dengan jarak cukup dari ruang kerja utama, guna meminimalkan risiko kecelakaan seperti kebakaran atau kebocoran gas.

c. Efisiensi Pemanfaatan Lahan

Setiap ruangan disesuaikan dengan luas lahan yang tersedia, memastikan tidak ada ruang yang terbuang, sekaligus memberikan jalur akses yang cukup bagi perpindahan barang dan personel.

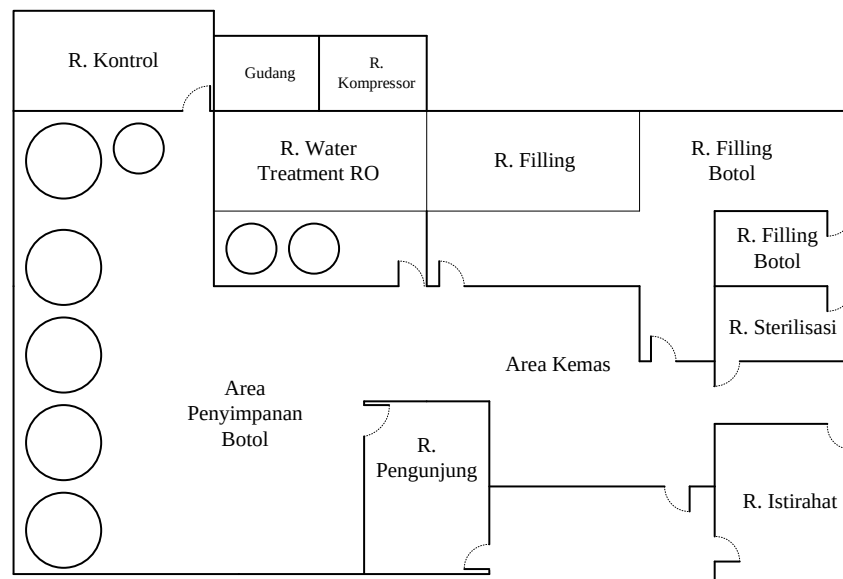
d. Kelengkapan Utilitas

Instalasi pendukung seperti aliran listrik, udara tekan, dan air bersih didesain agar menjangkau seluruh area penting seperti *Water Treatment RO* dan ruang *Filling*, sehingga perawatan alat dan kelancaran produksi dapat terjamin.

Adapun Perincian Penggunaan tanah adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 10 Perincian Penggunaan Tanah

Bangunan	Luas (m ²)
Ruang Pengunjung	25
Ruang Kontrol	30
Ruang Sterilisasi	25
Ruang Ganti	25
Ruang Packing	300
Ruang Filling	200
Unit Proses	200
Ruang Penyimpanan Bahan Baku	300
Gudang	400
Laboratorium	70
Kantor	50



Gambar 2. 3 Layout Pabrik

Dalam penataan layout peralatan proses pada pabrik air minum Voca, terdapat beberapa aspek penting yang perlu diperhatikan guna mendukung efisiensi dan keselamatan kerja selama proses produksi berlangsung, yaitu:

a. Aliran Bahan Baku dan Produk

Penempatan jalur distribusi bahan baku dan produk jadi harus disusun secara sistematis untuk mendukung kelancaran produksi. Jalur perpipaan dari unit *Water Treatment RO* menuju ruang *Filling* dan selanjutnya ke *Area Kemas* harus dirancang dengan memperhatikan elevasi yang aman dan tidak mengganggu aktivitas kerja. Pemipaan sebaiknya ditempatkan pada posisi yang tidak menghalangi jalur lintasan pekerja agar mobilitas tetap lancar dan aman.

b. Sirkulasi Udara

Sirkulasi udara yang baik di dalam ruang proses seperti *Ruang Sterilisasi*, *Ruang Filling*, dan *Ruang Kompresor* sangat penting untuk mencegah akumulasi uap atau zat yang dapat menurunkan kualitas udara. Ventilasi yang memadai juga akan menunjang kenyamanan dan kesehatan pekerja.

c. Pencahayaan

Seluruh area produksi, khususnya yang melibatkan aktivitas penting seperti *Ruang Water Treatment*, *Area Kemas*, dan *Ruang Sterilisasi*, harus dilengkapi pencahayaan yang cukup. Untuk ruangan yang bersifat tertutup atau memiliki risiko tinggi, penerangan tambahan perlu disediakan guna menunjang visibilitas dan keselamatan kerja.

d. Akses dan Pergerakan Pekerja

Layout dirancang sedemikian rupa agar pekerja dapat dengan mudah mengakses seluruh peralatan penting, mulai dari ruang kontrol, *Water Treatment*, hingga ke area kemasan dan penyimpanan. Jalur lalu lintas yang jelas meminimalkan risiko kecelakaan dan memungkinkan penanganan cepat apabila terjadi gangguan pada peralatan.