

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pertanian Metode *Aquaponic*

Aquaponic adalah gabungan dari dua metode budidaya, yaitu akuakultur (budidaya ikan) dan hidroponik (budidaya tanaman dalam air tanpa tanah). Sistem aquaponik memanfaatkan interaksi simbiotik antara ikan, bakteri, dan tanaman dalam sebuah lingkungan tertutup. Ikan-ikan yang dipelihara menghasilkan limbah berupa ammonia, yang kemudian diuraikan oleh bakteri menjadi nutrisi untuk tanaman. Tanaman-tanaman tersebut akan mengambil nutrisi tersebut untuk tumbuh dan membersihkan air dari sisa-sisa ammonia yang beracun bagi ikan. Selanjutnya, air yang sudah bersih akan dikembalikan ke kolam ikan.

Sistem *aquaponic* meliputi penggunaan air yang lebih efisien dibandingkan dengan pertanian konvensional, tidak memerlukan penggunaan tanah, dan menghasilkan dua sumber produk, yaitu ikan dan tanaman. *Aquaponic* juga mengurangi kebutuhan akan pupuk kimia karena nutrisi diambil dari limbah ikan.

Sistem *aquaponic* memiliki tantangan dalam pengaturan dan pemeliharaannya, karena memerlukan pemahaman yang baik tentang ekologi akuakultur dan hidroponik. Meskipun begitu, popularitas aquaponik terus meningkat karena potensinya untuk menjadi salah satu bentuk pertanian berkelanjutan di masa depan.

Metode *aquaponic* merupakan contoh inovatif tentang bagaimana integrasi antara akuakultur dan hidroponik dapat menciptakan sistem pertanian yang efisien secara ekologis. Dengan prinsip dasar sirkulasi air, siklus nitrogen, dan peran penting bakteri, *aquaponic* memiliki potensi untuk menjadi alternatif yang menarik dalam mencapai pertanian berkelanjutan dan produksi pangan yang berkelanjutan. Dengan implementasi yang tepat dan pemeliharaan yang cermat, sistem *aquaponic* dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi petani dan lingkungan.



Gambar 2.1 Pertanian *Aquaponic*

2.1.2 Keuntungan Dari Metode *Aquaponic*

Sistem ini memanfaatkan limbah dari ikan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman, sementara tanaman membantu menyaring dan membersihkan air untuk ikan. Berikut beberapa keuntungan dari sistem *aquaponic*:

1. *Aquaponic* menggunakan jauh lebih sedikit air dibandingkan dengan metode pertanian tradisional atau akuakultur konvensional. Air dalam sistem *aquaponic* beredar terus menerus, sehingga hilangnya air hanyalah melalui penguapan dan transpirasi tanaman.
2. Dalam satu sistem, dapat memproduksi ikan dan tanaman, yang keduanya dapat dipanen untuk konsumsi.
3. Limbah ikan menyediakan nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman, mengeliminasi kebutuhan untuk pupuk kimia.
4. Karena tanaman tumbuh dalam rak, tumpukan, atau sistem vertikal lainnya, lebih banyak tanaman dapat ditanam per unit area dibandingkan dengan pertanian tradisional.
5. Menghilangkan permasalahan seperti hama tanah, penyakit tanah, dan kebutuhan untuk membajak atau menggali.

2.1.2 Kerugian Dari Metode *Aquaponic*

Meskipun sistem *aquaponic* memiliki banyak keuntungan, ada juga beberapa kerugian yang perlu dipertimbangkan:

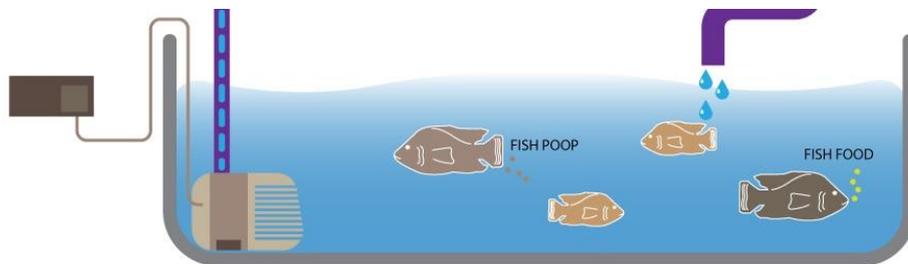
1. Sistem *aquaponic* memerlukan investasi awal yang cukup besar. Mulai dari membeli tangki ikan, rak tanaman, sistem sirkulasi air, pompa, filter, dan komponen lainnya.
2. Sistem *aquaponic* memerlukan pemeliharaan yang konsisten. Meliputi pemantauan kualitas air, memberi makan ikan, memeriksa kesehatan tanaman, dan membersihkan filter. Jika tidak merawat sistem *aquaponic* dengan baik, masalah seperti ketidakseimbangan nutrisi atau penyakit ikan bisa muncul.
3. Untuk mendapatkan hasil yang terbaik pada sistem *aquaponic*, perlu memahami prinsip-prinsip *aquaponic*, termasuk kualitas air, kebutuhan ikan, dan kebutuhan tanaman. Pemahaman teknis ini dapat memerlukan waktu untuk dipelajari.
4. Sistem *aquaponic* seringkali harus dioperasikan dalam lingkungan yang memiliki suhu yang relatif stabil. Variasi suhu yang signifikan dapat memengaruhi kesehatan ikan dan pertumbuhan tanaman.
5. Sistem *aquaponic* mungkin tidak cocok untuk budidaya tanaman tertentu, terutama tanaman yang memerlukan jumlah nutrisi tinggi atau tanah sebagai media tumbuh. Selain itu, produksi ikan dalam sistem ini juga memiliki batas tergantung pada ukuran tangki dan jenis ikan yang dipilih.
6. Sistem *aquaponic* juga dapat mengalami kegagalan, seperti kebocoran sistem, gangguan listrik, atau kerusakan peralatan. Kegagalan semacam ini bisa berakibat fatal bagi ikan dan tanaman dalam sistem.
7. Tidak semua jenis tanaman dan ikan cocok untuk sistem *aquaponic*. Perlu memilih tanaman yang dapat tumbuh dengan baik dalam air dan ikan yang tahan terhadap kondisi *aquaponic*.

2.2 Perangkat Pada *Aquaponic*

Perangkat pada *aquaponic* ada beberapa komponen yang digunakan dalam membangun suatu sistem *aquaponic*. Adapun perangkat pada *aquaponic* adalah sebagai berikut :

2.2.1 Bak Ikan

Bak ikan adalah media pengganti kolam ikan. Air pada bak ikan tersebut bercampur dengan kotoran ikan , sehingga menjadi nutrisi bagi tanaman *aquaponic*.



Gambar 2.2 Bak Ikan

2.2.2 Pompa Air

Pompa air adalah alat yang berguna untuk mengalirkan air dari kolam ikan ke tanaman *aquaponic* sebagai nutrisinya.



Gambar 2.3 Pompa Air

2.2.3 Pipa Paralon

Pipa paralon adalah alat yang berfungsi untuk mendistribusikan air dari kolam ikan ke bak tanaman.



Gambar 2.4 Pipa Paralon

2.2.4 Biofilter Air

Biofilter air adalah sebagai rumah bakteri pengurai yang mengurai kotoran menjadi nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman, *aquaponic* ini memakai 3 filter air yaitu:

Filter 1: Jaring ikan, kapas filter, batu filter

Berfungsi untuk memfilter air dari kolam ikan dan menyaring kotoran dari pakan ikan dan di alirkan ke filter 2



Gambar 2.5 Jaring Filter

Filter 2: Kapas filter, bioring

Sebagai media filtrasi, menjadi tempat bakteri baik bagi pengura kotoran, dan di alirkan ke filter 3



Gambar 2.6 Bioring

Filter 3:Kaldnes

Untuk membuat ekosistem yang stabil yaitu untuk membuat bakteri baik berkembang biak, dan membuat proses penyaringan air menjadi bersih sehingga langsung di alirkan melalui pompa ke tanaman.



Gambar 2.7 Kaldnes

2.2.6 Media Tanam

Media tanam adalah tempat dimana sayur-sayuran ditanam. Media tanam disini kami menggunakan *RockWool* dan *Netpot*.

2.2.6.1 *Rockwool*

Rockwool adalah alat pengganti tanah sebagai media tumbuh sayur berupa Busa Api. *Rockwool* inilah tempat bibit ditanam dan sampai pada akhirnya dapat dipanen.



Gambar 2.8 *RockWool*

2.2.6.2 *Netpot*

Netpot adalah alat yang digunakan sebagai tempat *rockwool* diletakkan dan juga berfungsi sebagai penahan agar *rockwool* tidak terbawa aliran air.



Gambar 2.9 *Netpot*

2.2.6.3 Kain Flanel

Kain Flanel adalah alat yang digunakan sebagai penyerap air (sumbu), agar air dapat naik menyentuh *Rockwool*, karena *rockwool* sendiri tidak boleh terkena langsung oleh aliran air.



Gambar 2.10 Kain Flanel

2.3 Jenis Sistem Pertanian Pada *Aquaponic*

Terdapat beberapa jenis sistem *aquaponic* yang dapat digunakan untuk menggabungkan budidaya ikan dan tanaman.

2.3.1 Pertanian Aquaponik Sistem Vertikal

Adalah sebuah metode pertanian mengenai tanaman yang ditanam secara bertingkat atau vertikal sebagai upaya untuk meminimalisir penggunaan lahan pertanian dengan menggunakan 2 prinsip utama, yaitu pertanian *aquaponic* dan pertanian *vertikultur*. Metode ini bisa menjadi solusi bagi petani yang tidak memungkinkan untuk memproduksi tanaman dengan metode *horizontal farming*. Penggunaan metode ini dibanding dengan pertanian konvensional atau tradisional lebih efisien, mampu beradaptasi, dan memiliki manfaat yang lebih untuk memberikan solusi akan kebutuhan lahan pertanian yang sempit. Pertanian vertikal yang berada di dalam ruangan-ruangan tertutup dapat melindungi tanaman dari jenis ancaman, seperti hama, pergantian musim, banjir, dan kekeringan. Pertanian

vertikal juga menghasilkan produk tanaman yang lebih berkualitas, dikarenakan kondisi ruangan dapat diatur, baik itu temperatur, pencahayaan, dan kelembapan.



Gambar 2. 11 Pertanian Vertikal

2.3.1.1 Keuntungan Dari Sistem Pertanian Vertikal

Sistem aquaponik vertikal adalah varian sistem *aquaponic* yang mengintegrasikan budidaya ikan dan tanaman dalam struktur bertingkat atau menara vertikal. Keuntungan dari *aquaponic* sistem vertikal meliputi:

1. Sistem vertikal memungkinkan pemanfaatan ruang yang lebih efisien daripada sistem *aquaponic* konvensional. Dengan tumpukan bertingkat, dapat menghasilkan lebih banyak tanaman dalam area yang lebih kecil, sehingga cocok untuk lingkungan dengan lahan terbatas.
2. *Aquaponic* sistem vertikal biasanya menggunakan lebih sedikit air dibandingkan dengan metode konvensional karena air dalam sistem tersebut dapat digunakan kembali. Nutrien yang dikeluarkan oleh ikan digunakan oleh tanaman, dan air yang dihasilkan oleh tanaman kembali ke kolam ikan setelah disaring, mengurangi pemborosan air.

3. Dalam sistem vertikal, pencahayaan buatan dapat ditempatkan secara efisien di seluruh struktur, yang memungkinkan pengendalian cahaya yang lebih baik dan pertumbuhan tanaman yang lebih konsisten. Ini dapat menghemat energi yang diperlukan untuk pencahayaan, terutama jika diterapkan dalam lingkungan tertutup atau rumah kaca.
4. Struktur vertikal dapat memungkinkan pengendalian hama dan penyakit yang lebih baik karena tanaman lebih terpusat. Ini dapat mengurangi risiko penyebaran hama dan penyakit antara tanaman.
5. Struktur vertikal cenderung mempertahankan suhu air yang lebih stabil. Ini dapat bermanfaat dalam iklim yang berubah-ubah atau ketika ada fluktuasi suhu yang signifikan, karena suhu yang lebih konsisten membantu ikan dan tanaman tetap sehat.
6. Sistem *aquaponic* vertikal dapat disesuaikan dengan berbagai ukuran, mulai dari skala kecil hingga komersial. Ini membuatnya sangat fleksibel dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan individu atau bisnis.
7. Struktur vertikal juga dapat memberikan tampilan yang menarik dan estetis. Ini bisa menjadi daya tarik tambahan untuk penggunaan di lingkungan perkotaan atau pameran pertanian vertikal.

2.3.1.2 Kerugian Dari Sistem *Aquaponic* Vertikal

Meskipun aquaponik sistem vertikal memiliki banyak keuntungan, ada juga beberapa kerugian yang perlu dipertimbangkan:

1. Dalam sistem vertikal, mengakses tanaman di bagian atas atau tengah struktur dapat menjadi lebih sulit. Ini dapat menyulitkan perawatan dan pemanenan tanaman, terutama jika sistem vertikal sangat tinggi.
2. Beberapa tanaman mungkin tidak cocok untuk pertumbuhan dalam sistem vertikal karena batasan ruang dan akar yang terbatas. Oleh karena itu, Anda mungkin perlu memilih dengan cermat tanaman yang akan Anda tanam dalam sistem ini.

3. Sistem pencahayaan buatan atau sistem pemanasan yang dibutuhkan dalam beberapa lingkungan mungkin memerlukan sumber daya energi tambahan, yang dapat meningkatkan biaya operasional.

2.3.2 Pertanian Aquaponik Sistem Horizontal

Sistem ini mudah dalam pembuatannya karena hanya membutuhkan beberapa talang air, pipa, pompa aquarium, dan bak air berukuran besar. Air yang dialirkan dalam sistem ini tidaklah banyak, jika diukur hanya setinggi 3 mm. Jadi akar tanaman tidak terendam oleh air, hanya sebatas dialiri saja. Air tersebut tentunya sudah mengandung nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman. Dengan adanya aliran air yang tipis ini, tanaman akan dapat tumbuh dengan seragam, karena air juga tersebar secara merata di talang air.

Kelebihan dalam menggunakan sistem NFT, yaitu pertumbuhan tanaman lebih cepat karena akar tanaman langsung menyentuh nutrisi, kebutuhan air terpenuhi dengan baik tanaman mendapatkan nutrisi secara terus menerus, resiko pengendapan kotoran rendah karena talang air sudah miring, dan tanaman tumbuh lebih seragam. Sedangkan kekurangan dalam menggunakan sistem NFT Karena air dialirkan menggunakan bantuan pompa, maka bergantung kepada listrik. Jika ada tanaman yang terkena penyakit, besar kemungkinan tanaman lain juga terkena penyakit.

Sedangkan hidroponik DFT (*Deep Flow Technique*) tanaman yang ditanam pada pipa kedalaman mencapai 4 – 6 cm sehingga akar tanaman selalu tergenang air yang dialiri air menggunakan bantuan pompa air untuk mengalir air nutrisinya. Kelebihan menggunakan sistem DFT, yaitu tidak selalu membutuhkan listrik karena masih terdapat genangan air yang dapat memberi nutrisi pada tanaman. Kerugian sistem DFT adanya resiko pembusukan akar karena akar selalu terendam dalam air maka akar bisa busuk, Biaya pembuatan sistem DFT cenderung mahal, membutuhkan lebih banyak air nutrisi, dan perawatan relatif sulit.



Gambar 2. 12 Aquaponik Sistem Horizontal

2.3.2.1 Keuntungan Dari Sistem Aquaponik Horizontal

Pertanian sistem aquaponik horizontal memiliki sejumlah keuntungan yang dapat membantu dalam mendukung produksi pangan yang berkelanjutan dan efisien. Beberapa keuntungannya meliputi:

1. Sistem aquaponik horizontal memungkinkan pemanfaatan lahan yang sangat efisien. Dalam sistem ini, tanaman dan kolam ikan ditempatkan dalam satu bidang horizontal, sehingga memaksimalkan penggunaan lahan. Ini adalah solusi yang sangat berguna untuk pertanian di area yang terbatas secara geografis.
2. Sistem aquaponik horizontal menciptakan lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan tanaman. Nutrien yang dikeluarkan oleh ikan dalam bentuk limbah diubah menjadi pupuk organik yang dapat langsung diserap oleh tanaman. Ini menghasilkan pertumbuhan tanaman yang lebih cepat dan produktif.
3. Pengurangan Limbah: Sistem aquaponik secara keseluruhan mengurangi pembuangan limbah, karena air dari kolam ikan diolah dan digunakan kembali

dalam pertumbuhan tanaman. Ini mengurangi dampak negatif lingkungan dan mengurangi kebutuhan untuk pembuangan limbah cair yang merugikan.

4. Aquaponik sistem horizontal tidak hanya berfokus pada pertumbuhan tanaman, tetapi juga dapat memproduksi ikan yang sehat. Ikan yang diproduksi dalam sistem ini dapat menjadi sumber protein yang bermanfaat.
5. Dalam sistem horizontal, pengelolaan dan pemantauan lebih mudah dilakukan karena komponen utama sistem (kolam ikan dan tanaman) terletak dalam satu bidang. Ini membuat pemantauan parameter lingkungan seperti suhu, pH, dan oksigen lebih sederhana.

2.3.2.2 Kerugian Dari Sistem Aquaponik Horizontal

Meskipun aquaponik sistem horizontal memiliki banyak keuntungan, ada juga beberapa kerugian dan tantangan yang perlu dipertimbangkan:

1. Sistem aquaponik horizontal memerlukan pemeliharaan rutin yang meliputi pembersihan kolam ikan, pemeliharaan sistem filtrasi, pemantauan kesehatan ikan, dan pengecekan parameter air. Pemeliharaan yang kurang tepat dapat mengakibatkan masalah dalam sistem.
2. Ikan dan tanaman memiliki siklus pertumbuhan yang berbeda. Dalam beberapa kasus, pertumbuhan ikan mungkin lebih cepat daripada pertumbuhan tanaman atau sebaliknya. Diperlukan perencanaan yang cermat untuk mengelola keselarasan siklus ini.
3. Beberapa tanaman mungkin tidak cocok untuk pertumbuhan dalam sistem aquaponik horizontal karena keterbatasan ruang dan struktur akar. Ini memerlukan pemilihan tanaman yang sesuai dengan sistem ini.

2.3.3 Pertanian Sistem Campuran

Adalah variasi pertanian gabungan dari sistem vertical dan horizontal yang disusun secara tegak lurus dan kesamping digunakan dalam sistem *aquaponik* budidaya ikan (*aquakultur*) dan tanaman (hidroponik) bersama dalam sebuah ekosistem yang *resirkulasi* atau saling menguntungkan yang menggunakan

bakteri alami untuk mengubah kotoran & sisa pakan ikan menjadi nutrisi tanaman. Pertanian jenis campuran memiliki keunggulan dalam penataan rak tanaman yang efisien sehingga bisa menghasilkan tanaman yang lebih banyak dan mudah dalam perawatannya.



Gambar 2. 13 Pertanian Campuran

2.3.3.1 Keuntungan Dari Sistem Aquaponik Campuran

Sistem aquaponik campuran, juga dikenal sebagai aquaponik gabungan atau sistem aquaponik dengan komponen ekstra seperti hidroponik atau kolam ikan tambahan, menawarkan beberapa keuntungan yang unik. Keuntungan dari sistem aquaponik campuran meliputi:

1. Sistem aquaponik campuran memungkinkan diversifikasi produksi, di mana Anda dapat mengkombinasikan berbagai jenis tanaman dan ikan dalam satu sistem. Ini dapat meningkatkan fleksibilitas dalam menghasilkan berbagai jenis produk pangan, seperti sayuran, dan ikan.

2. Sistem campuran dapat memberikan efisiensi yang lebih besar dalam penggunaan sumber daya. Misalnya, air yang digunakan untuk budidaya ikan dapat dialirkan ke sistem hidroponik untuk pertumbuhan tanaman, yang berarti bahwa air dan nutrisi yang kaya dengan pupuk dapat dimanfaatkan dengan lebih baik.
3. Sistem aquaponik campuran sering mengurangi pembuangan limbah. Limbah organik dari ikan digunakan oleh tanaman dalam hidroponik, mengurangi jumlah limbah yang harus dibuang dan menjadikan sistem lebih ramah lingkungan.
4. Air yang telah melewati sistem aquaponik dan diolah oleh tanaman dalam sistem hidroponik biasanya memiliki kualitas yang lebih baik. Ini berarti bahwa air yang kembali ke kolam ikan memiliki lebih sedikit limbah dan lebih kaya oksigen, yang mendukung kesehatan ikan.

2.3.3.2 Kerugian Dari Sistem Aquaponik Campuran

Sistem aquaponik campuran menawarkan banyak keuntungan, tetapi juga memiliki beberapa kerugian dan tantangan yang perlu dipertimbangkan:

1. Pendirian sistem aquaponik campuran seringkali memerlukan investasi awal yang cukup besar, terutama jika melibatkan komponen tambahan seperti sistem hidroponik atau kolam ikan tambahan. Biaya ini mungkin menjadi hambatan bagi banyak individu atau petani yang memiliki anggaran terbatas.
2. Sistem campuran biasanya lebih kompleks dalam hal perencanaan, instalasi, dan pemeliharaan daripada sistem aquaponik tunggal. Memerlukan pemahaman yang lebih mendalam dan pengawasan yang lebih cermat atas seluruh sistem.
3. Sistem campuran seringkali memerlukan perawatan yang lebih intensif, termasuk pemantauan dan pengaturan yang lebih cermat terhadap parameter air, nutrisi, dan kesehatan tanaman dan ikan.
4. Sistem campuran dengan komponen hidroponik atau sistem tambahan mungkin memerlukan penggunaan energi tambahan untuk menjalankan

- peralatan seperti pompa air, sistem pencahayaan, dan pengendalian suhu. Ini dapat meningkatkan biaya operasional.
5. Kegagalan dalam satu komponen sistem campuran dapat memiliki dampak besar pada keseluruhan sistem, yang dapat menyebabkan kerugian yang signifikan.
 6. Ikan dan tanaman dalam sistem campuran mungkin memiliki siklus pertumbuhan yang berbeda, yang bisa menjadi tantangan dalam mengatur keselarasan pertumbuhan dan pemanenan.

2.4 Jenis Sayuran Pada Aquaponik

Salah satu jenis sayuran pada aquaponik adalah Bayam brazil. Bayam brazil merupakan tanaman sayuran dengan morfologi tumbuh rendah atau memiliki postur yang tidak tinggi, warna daun hijau, bentuknya cenderung bulat dan berkerut. Bayam Brazil ini dapat tumbuh setinggi 30 cm dengan lebar daun sekitar 2,0-3,5 cm. Tanaman bayam Brazil biasanya tumbuh dengan baik dalam rentang pH air antara 6 hingga 7. Rentang ini cenderung sedikit asam hingga netral. Dalam sistem akuaponik, menjaga pH air di dalam rentang ini umumnya akan mendukung pertumbuhan yang optimal bagi tanaman bayam Brazil. Penting untuk memantau pH secara teratur karena perubahan pH dapat memengaruhi ketersediaan nutrisi bagi tanaman.

Hal lain yang paling penting untuk dipertimbangkan adalah menanam bayam Brazil sangat mudah tanaman ini termasuk dalam *famili Amaranthaceae* (tumbuhan berbunga). Bayam brazil berasal dari Negara Brazil, Kesamaan letak lintang negara Indonesia dengan negara Brazil, menjadi alasan potensial tanaman tersebut dapat diintroduksi. Tanaman akan lebih mudah beradaptasi pada iklim yang mirip dengan daerah asalnya. Bayam brazil merupakan tanaman tahunan, sehingga dapat tumbuh dalam waktu yang lama di sekitar pekarangan. Bayam brazil juga memiliki nilai estetika dari bentuk daunnya yang berbentuk hati.



Gambar 2. 14 Sayur Bayam Brazil Aquaponik

2..5 Jenis Ikan Pada Aquaponik

Ikan lele adalah marga (*genus*) ikan yang hidup di air tawar. Ikan ini mempunyai ciri-ciri khas dengan tubuhnya yang licin, agak pipih memanjang serta memiliki sejenis kumis yang panjang, mencuat dari sekitar bagian mulutnya. Ikan lele dikenali dari tubuhnya yang licin memanjang tak bersisik, dengan sirip punggung dan sirip anus yang juga panjang. Kepalanya keras menulang dibagian atas, dengan mata yang kecil dan mulut lebar yang terletak diujung *moncong*, dilengkapi dengan empat pasang sungut peraba (*barbels*) yang amat berguna untuk bergerak di air yang gelap. Lele juga memiliki alat pernapasan tambahan berupa modifikasi dari busur insangnya. Terdapat sepasang *patil*, yakni duri tulang yang tajam pada sirip-sirip dadanya

Rentang pH yang ideal untuk ikan lele, seperti yang umumnya diterima adalah sekitar 6 hingga 8. Rentang ini mengindikasikan kondisi air yang netral hingga sedikit alkalis. Kebanyakan ikan lele dapat tumbuh dan berkembang dengan baik dalam rentang pH ini. Ikan lele adalah organisme yang cukup toleran terhadap variasi pH. Mereka dapat bertahan dalam rentang pH yang lebih asam maupun basa,

tetapi kondisi optimal untuk pertumbuhan dan kesehatan ikan lele adalah dalam rentang 6 hingga 8. Ketepatan mengatur pH dalam budidaya ikan sangat penting karena fluktuasi ekstrem atau perubahan mendadak dalam pH dapat berdampak buruk pada ikan. Selalu periksa dan monitor pH air secara teratur, dan pastikan bahwa parameter-parameter air lainnya, seperti suhu, oksigen terlarut, amonia, nitrit, dan nitrat, juga berada dalam rentang yang sesuai untuk mendukung pertumbuhan dan kesehatan ikan lele.



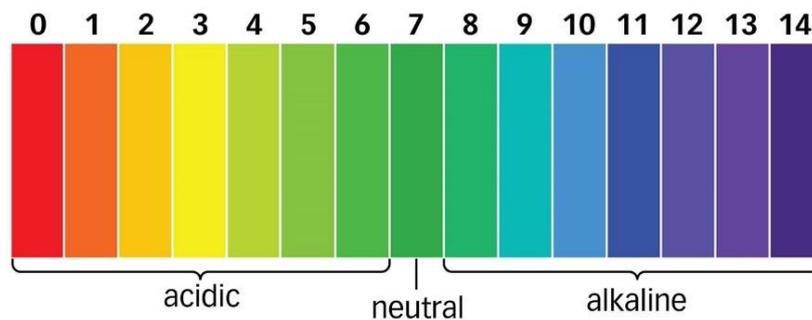
Gambar 2. 15 Ikan Lele

2.6 Sensor pH (*Potential Hydrogen*)

Sensor pH adalah kepanjangan dari *Potential Hydrogen*. Potensial berasal dari kata bahasa Jerman “*potenz*” yang berarti kekuatan. Dan *Hydrogen* adalah salah satu unsur di alam. Sehingga, pH sering dikatakan juga sebagai Kekuatan *Hidrogen* atau *Power of Hydrogen*.

Biasanya indikator sederhana yang digunakan merupakan kertas lakmus yang berubah menjadi merah apabila keasamannya besar serta biru apabila keasamannya rendah. Selain menggunakan kertas lakmus, pembacaan asam basa dapat diukur dengan pH meter yang beroperasi berdasarkan prinsip elektrolit/konduktivitas larutan.

pH parameter yang digunakan untuk menunjukkan seberapa asam atau basa suatu larutan suatu zat atau benda. Kandungan pH diukur pada skala 0 sampai 14 . Istilah pH berasal dari simbol matematika "p" untuk logaritma negatif dan simbol kimia "H" untuk unsur hidrogen. Definisi pH adalah logaritma negatif dari aktivitas ion hidrogen. Hal ini dapat dinyatakan dengan rumus “ $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ ”. Di sini, pH terbentuk dari data kuantitatif yang dinyatakan sebagai derajat keasaman atau aktivitas basa untuk ion hidrogen. Jika konsentrasi H^+ lebih tinggi dari OH^- , zat tersebut bersifat asam. Artinya, nilai pH kurang dari 7. Jika OH^- lebih besar dari H^+ , zat tersebut bersifat basa. Artinya, nilai pH lebih besar dari 7. Derajat keasaman dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.16 Derajat Keasaman pH

Skala pH netral mempunyai nilai pH 7, apabila nilai $\text{pH} > 7$ menunjukkan zat tersebut mempunyai sifat basa, sebaliknya nilai $\text{pH} < 7$ menunjukkan keasaman. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang besar serta pH 14 menunjukkan derajat kebasaan paling tinggi.

Sensor pH mengukur kandungan air menggunakan elektroda yang bersentuhan dengan fluida. Dalam pengukuran kandungan air terdiri atas 2 bagian yakni sensor pH value serta rangkaian pengkodisian sinyal sensor pH.

Sensor pH ini digunakan untuk mengukur derajat keasaman yang diuji untuk menentukan cairan tersebut melebihi atau kurang dari pH yang telah diinginkan.



Gambar 2.17 Elektroda E-201 PH Sensor

Pada **Gambar 2.17** merupakan salah satu jenis sensor pH yang digunakan dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Rentang pengukuran : 0,00-14,00 PH
2. Presentase Akurasi : 98,5%
3. Respon Waktu : Kurang dari 1 menit
4. Suhu Operasional : 0-60°
5. Konektor : Port BNC
6. Panjang Kabel : 70 cm

2.6.1 Tingkat Keasaman Air

Asam adalah senyawa yang bila dilarutkan dalam air biasanya membentuk larutan dengan pH kurang dari 7. Menurut definisi modern, asam adalah zat yang dapat menyumbangkan proton (ion H⁺) kepada zat lain yang disebut basa. Asam bereaksi dengan basa dan penetralannya untuk membentuk garam. Contoh asam termasuk asam asetat dalam cuka dan asam sulfat yang digunakan dalam baterai dan aki mobil. Asam pekat tidak dianjurkan karena bisa berbahaya. Secara umum, asam memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

Rasa: Masam pada saat dilarutkan dalam air.

Sentuhan: Asam terasa menyengat apabila disentuh, terutama sama yang kuat.

Kereaktifan: Asam bereaksi hebat dengan kebanyakan logam, yakni korosif terhadap logam.

Contoh larutan Asam: Air lemon, Cairan Pembersih, Cuka, Minuman Soda.

2.6.2 Tingkat Kebasaan Air

Definisi umum basa adalah senyawa yang memungkinkan penetrasi ion hidronium ketika dilarutkan dalam air. Basa adalah senyawa yang menghasilkan ion -OH ketika dilarutkan dalam air. Pada dasarnya, basa memiliki sifat-sifat berikut
Rasa: Tidak masam apabila dilarutkan dalam air.

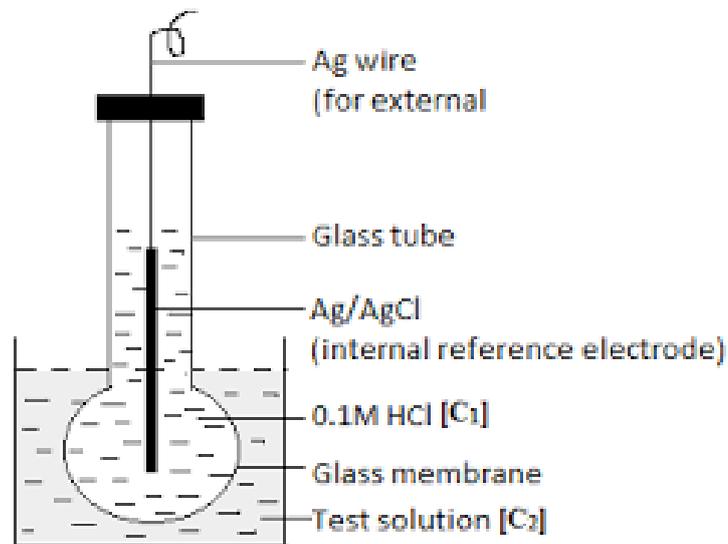
Sentuhan: Tidak terasa menyengat apabila disentuh dan licin.

Kereaktifan: Kebanyakan tidak bereaksi terhadap logam.

Contoh larutan basa: Air sabun, Shampo, Pasta gigi.

2.6.3 Prinsip Kerja Sensor pH (*Potential Hydrogen*)

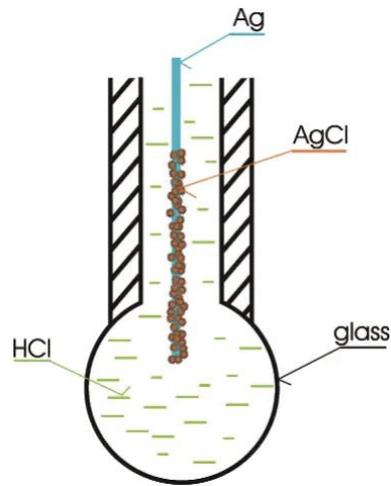
Prinsip kerja utama sensor pH terletak pada *probe* berupa *electrode* kaca (*glass electrode*) dengan jalan mengukur jumlah ion dalam larutan. Ujung *electrode* kaca merupakan *bulb* atau lapisan kaca setebal 0,1 mm yang berbentuk bulat. *Bulb* ini dipasangkan dengan silinder kaca non-konduktor yang diisi dengan larutan HCl terendam sebuah kawat *electrode* panjang berbahan perak yang pada permukaannya terbentuk senyawa seimbang AgCl. Konstannya jumlah larutan HCl pada sistem ini membuat *electrode* Ag/AgCl memiliki nilai potensial stabil. Pada Gambar 2.16 merupakan elektrode kaca (*glass electrode*) dengan jalan mengukur jumlah ion H_3O^+ di dalam larutan.



Gambar 2.18 Membrane Kaca (*glass membrane*)

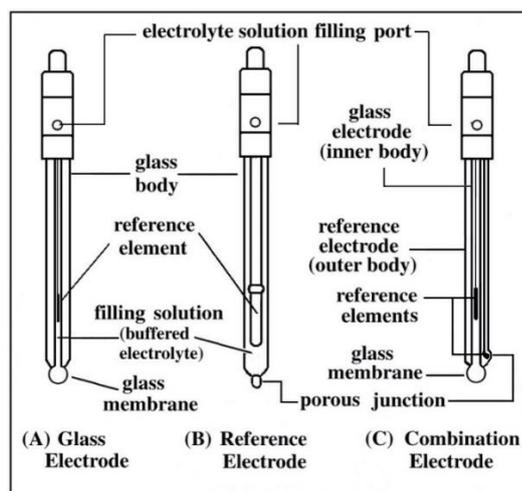
Inti sensor pH terdapat pada permukaan bulb kaca yang memiliki kemampuan untuk bertukar ion positif dengan larutan terukur. Kaca tersusun atas molekul silicon dioksida dengan sejumlah ikatan logam alkali. Pada saat *bulb* kaca ini terekspos air, ikatan SiO akan terprotonasi membentuk membrane tipis HSi sesuai dengan reaksi tersebut.

Pertukaran ion *hydronium* yang terjadi antara permukaan *bulb* kaca dengan larutan sekitarnya. Kesetimbangan pertukaran ion yang terjadi di antara dia fase dinding kaca *bulb* dengan larutan, menghasilkan beda potensial di antara keduanya. *Bulb* kaca berisi larutan HCl yang merendam sebuah electrode perak. HCl ini memiliki pH konstan karena ia berada pada system yang terisolasi, karena pH konstan inilah maka ia menciptakan beda potensial yang konstan pada temperature.



Gambar 2.19 Elektrode Kaca (*glass electrode*)

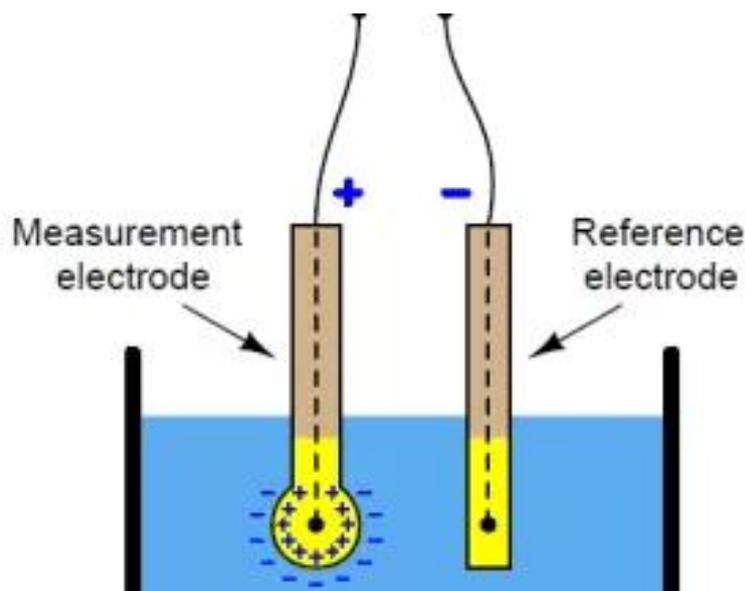
Pada sebuah sistem pH meter secara keseluruhan, selain terdapat *electrode* kaca juga terdapat *electrode* referensi. Kedua *electrode* tersebut sama-sama terendam kedalam media ukur yang sama. *Electrode* referensi digunakan untuk 9 menciptakan rangkaian listrik pH meter. Untuk menghasilkan pembacaan pH yang valid, elektrode referensi harus memiliki nilai potensial stabil dan tidak berpengaruh oleh jenis fluida yang diukur. Adapun bentuk elektrode kaca dan elektrode referensi pada sensor pH terdapat pada gambar 2.12.



Gambar 2. 20 Bentuk Elektrode Kaca dan Elektrode Refrensi

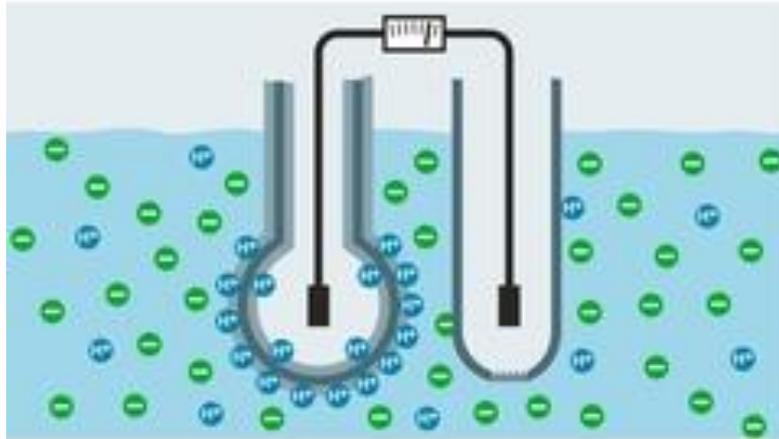
Seperti halnya electrode kaca, didalam *electrode* referensi juga digunakan larutan HCl (*elektrolit*) yang merendam *electrode* kecil Ag/AgCl. Pada ujung electrode referensi terdapat *liquid junction* berupa bahan keramik sebagai pertukaran ion antara elektrolit dengan larutan terukur, pertukaran ion ini dibutuhkan untuk menciptakan aliran listrik sehingga pengukuran potensiometer pH meter dapat dilakukan. Pengukuran pH juga sangat dipengaruhi oleh temperature larutan.

Elektroda khusus yang sensitif terhadap pH dimasukkan kedalam larutan air, maka akan menghasilkan tegangan tergantung pada nilai ph yang dihasilkan. Elektroda pengukuran dan referensi menyediakan elemen penghasil tegangan yang peka terhadap nilai pH, larutan apa pun yang direndam oleh sensor pH.



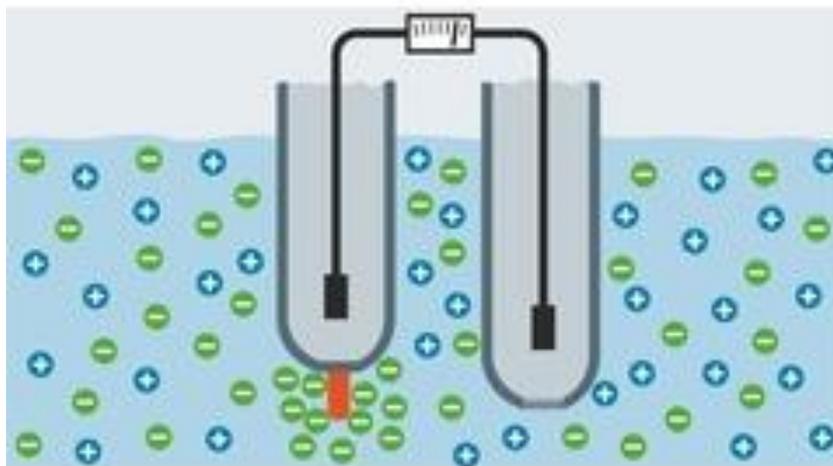
Gambar 2.21 Elektroda Tegangan

Jika konsentrasi H^+ lebih tinggi dari OH^- zat tersebut maka bersifat asam, Naiknya nilai alkalin menurunkan nilai hidrogen konsentrasi ion hidrogen bertambah menyebabkan nilai tegangan membesar, jika nilai tegangan membesar maka nilai pH menurun.



Gambar 2. 22 Kosentrasi Pada *Bulb* Sensor pH

Jika kosentrasi OH- lebih besar dari H+, zat tersebut bersifat basa, artinya nilai ph lebih dari 7, naiknya nilai alkalin yang makin besar nilai pH nilai tegangan turun kosentrasi hidrogen berkurang atau menyebabkan nilai tegangan turun, dan kosentrasi pH naik.



Gambar 2. 23 Kosentrasi pada *Bulb* Sensor pH

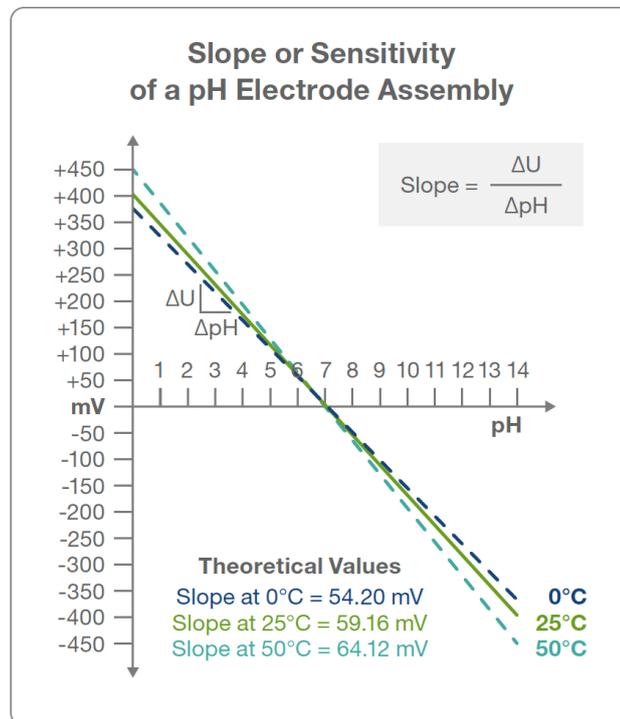
Sensor pH harus mengembangkan beda potensial sebesar +59,16 mV per unit pH antara pH 7 dan pH 0, dan juga -59,16 mV antara pH 7 dan pH 14. Namun dalam praktiknya, sensor pH yang baru dan terhidrasi dengan baik mencapai hasil terbaik. 99,8% dari nilai teoritis. Seiring berjalannya waktu, kemiringannya menurun, awalnya perlahan dan kemudian semakin cepat. Kompensasi kemiringan harus dilakukan selama prosedur kalibrasi, dengan menggunakan perhitungan kemiringan pH meter/pemancar. Seperti halnya penyetelan titik nol, penyetelan kemiringan harus dilakukan secara berkala untuk menjaga akurasi terbaik.

Kemiringan sensor pH bergantung pada suhu sesuai dengan persamaan Nernst. Kemiringan meningkat seiring dengan kenaikan suhu larutan cair yang diukur. Secara teori, semua garis kemiringan yang bergantung pada suhu berpotongan dengan titik nol teoritis (pH 7).

Metode persamaan *Nernst* ialah menggambarkan pengukuran pH dalam bentuk yang relatif sederhana antara hubungan potensial elektroda tertentu dan aktivitas kimia dari konsentrasi ion yang diukur. Jika dua elektroda hidrogen direndam dalam dua larutan yang mempunyai konsentrasi ion hidrogen berbeda, masing-masing elektroda akan menghasilkan tegangan potensial yang bergantung pada konsentrasi hidrogen aktif larutan di mana elektroda tersebut direndam.

Untuk menghasilkan respons yang sedekat mungkin dengan persamaan Nernst, sensor pH harus memenuhi kriteria tertentu:

- a. Lapisan gel bagian dalam dan luar dari membran kaca harus menghasilkan potensial yang memiliki kemiringan yang sama.
- b. Larutan *buffer* internal harus mempertahankan nilai pH konstan.
- c. Potensi asimetri harus sekecil dan sekonstan mungkin.
- d. Rakitan elektroda harus simetris, yaitu elektroda pengukur dan referensi harus memiliki sistem konduksi yang identik untuk menetralkan potensi.
- e. Potensi difusi diafragma harus sekecil dan sekonstan mungkin.



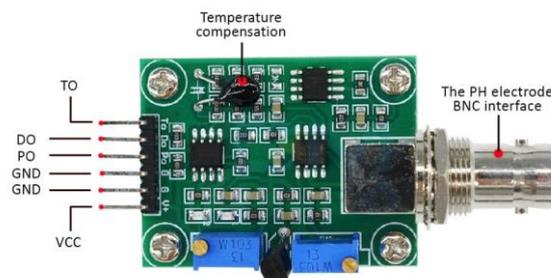
Gambar 2. 24 Persamaan Nerst Ph

2.7 Modul ph-4502C

Modul sensor ini merupakan module yang berfungsi untuk mendeteksi tingkat pH air yang dimana outputnya berupa tegangan analog. Sehingga untuk mengkonversi nilai pembacaan harus dimasukkan ke dalam rumus di kode program yang dibuat. Dikarenakan module pH meter sensor ini range output tegangan analognya dari 0 – 3Vdc dengan inputan power supply 3.3 – 5.5Vdc.

Modul pH meter analog PH 4502C, dirancang khusus untuk pengontrol Arduino dan memiliki koneksi serta fitur yang sederhana, nyaman dan praktis. Memiliki LED yang berfungsi sebagai Indikator Daya dan petunjuk over range, dan dilengkapi dengan konektor BNC (*Bayonet Neill-Concelman*). Untuk menggunakannya, cukup sambungkan probe pH dengan konektor BNC, dan sambungkan antarmuka PH 4502C ke port input analog dari setiap pengontrol Arduino. Dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Tegangan: 5 0.2 (AC DC)
2. Konsentrasi yang dapat terdeteksi: ph 0 – 14
3. Deteksi Suhu: 0 – 80
4. Waktu Respon: 5 detik
5. Waktu Penyelesaian: 60 detik
6. Power: 0,5 W
7. Output: Pin Analog
8. Ukuran Modul: 42mm x 32 mm x 20 mm



Gambar 2. 25 Modul Ph-4502C

2.8 Mikrokontroler Arduino

Mikrokontroler adalah chip atau IC (*integrated circuit*) yang dapat dilakukan pemrograman melalui komputer, agar dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output yang sesuai dengan keinginan, kita harus menanamkan program pada mikrokontroler tersebut. Dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor *Atmel AVR* dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri.

Mikrokontroler Arduino Uno merupakan sebuah platform dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Arduino tidak hanya sebuah alat

pengembang, tetapi merupakan kombinasi dari hardware, bahasa program dan *Intergrated Development Environment (IDE)* yang canggih. IDE adalah sebuah software yang berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan mengupload ke dalam memori mikrokontroler.

Spesifikasi bagian yang digunakan pada mikrokontroler Arduino Uno adalah sebagai berikut :

1. Menggunakan mikrokontroler : Arduino Uno
2. Tegangan yang digunakan : 5V.
3. Tegangan Input yang dibutuhkan : 7-12V
4. Batas tegangan input : 6-20V
5. Pin digital : 14 pin, 6 pin diantaranya adalah pin PWM (*Pulse Width Modulation*)
6. Pin analog yang tersedia : 6 pin analog
7. Arus DC disetiap pin : 40 mA
8. Arus DC pada pin 3.3V : 150 mA
9. Flash Memory tersedia : 32KB dan 0.5 KB yang digunakan untuk bootloader.
10. SRAM yang tersedia : 2KB
11. Ukuran EEPROM : 1KB
12. Kecepatan Clock : 16 Mhz



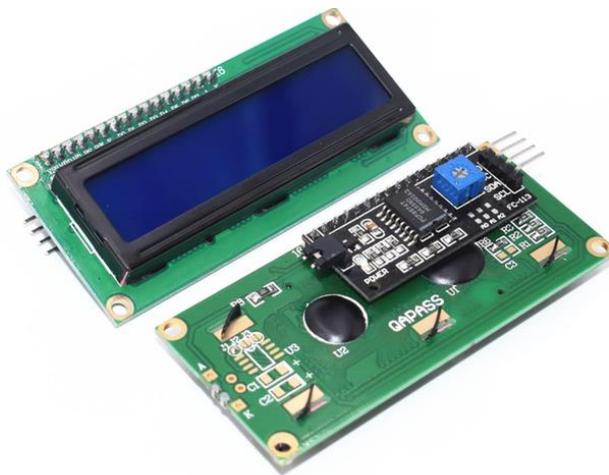
Gambar 2. 26 Mikrokontroler Arduino Uno

2.9 LCD (*Liquid Cristal Display*) I2C 16x2

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah media tampilan yang paling mudah untuk diamati karena menghasilkan tampilan karakter yang baik dan cukup banyak. Pada LCD 16x2 pada umumnya menggunakan 16 pin sebagai kontrolnya, tentunya akan sangat boros apabila menggunakan 16 pin tersebut. Karena itu, digunakan *driver* khusus sehingga LCD dapat dikontrol dengan modul I2C atau *inter-integrated Circuit*. Dengan modul I2C, maka LCD 16x2 hanya memerlukan dua pin untuk mengirim data dan dua pin untuk pemasok tegangan.

Fitur yang terdapat pada LCD yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Dapat menampilkan data dengan ukuran 16 karakter 2 baris
2. Memiliki 192 jenis karakter.
3. Karakter generator sudah terprogram.



Gambar 2. 17 LCD (*Liquid Cristal Display*) I2C 16x2