

BAB I

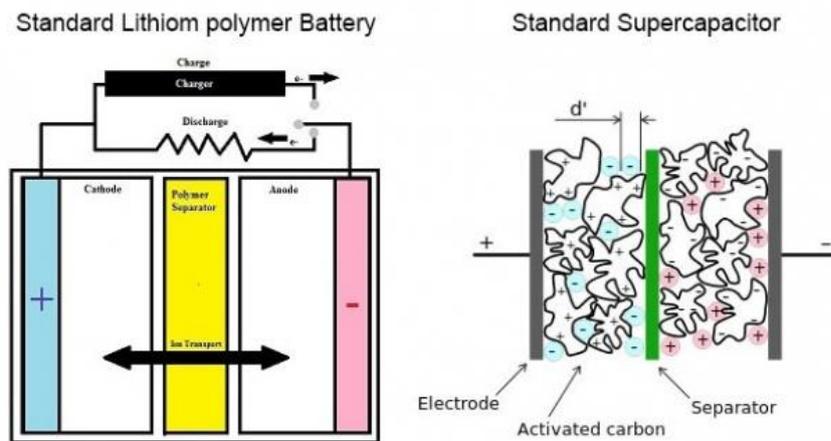
PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya jumlah populasi dan kemajuan dibidang ilmu pengetahuan dan teknologi mengakibatkan penggunaan minyak bumi semakin bertambah, sedangkan ketersediaannya yang berkurang. Menanggapi hal tersebut di atas maka sudah mulai dikembangkan penggunaan alat transportasi yang menggunakan listrik sebagai sumber energinya. Hal ini dilakukan untuk mengurangi ketergantungan terhadap minyak bumi dan mengurangi polusi udara akibat dari penggunaan *fuel* atau *biofuel*. Penggunaan listrik dipilih karena tidak menimbulkan polusi sehingga ramah lingkungan. Oleh sebab itu, agar mudah digunakan maka diperlukan alat penyimpan energi listrik. Alat penyimpan energi tersebut ada bermacam-macam seperti baterai, aki, dan superkapasitor.

Baterai komersial yang tersedia di pasaran sekarang memiliki kelemahan yaitu waktu pengisian daya baterai yang relatif lama, cepat panas, kapasitas penyimpanan energi yang sedikit, dan bersifat racun bagi lingkungan. Oleh sebab itu, para ilmuwan dan ahli teknologi mulai untuk mengembangkan teknologi yang baru yaitu teknologi yang dapat menyimpan energi lebih banyak, ramah lingkungan dan tahan lama. Teknologi tersebut adalah penggunaan superkapasitor.

Superkapasitor berbeda dengan kapasitor pada umumnya sebab pada dapat menyimpan energi lebih besar dari pada kapasitor. Superkapasitor biasanya disebut dengan *Electrochemical Double Layer Capacitors* (EDLC). Superkapasitor mampu untuk menyimpan energi yang lebih besar dan memiliki siklus pengisian baterai yang banyak. Berikut di bawah ini adalah Gambar I.1 yang menunjukkan perbandingan antara baterai dengan superkapasitor.



Gambar I.1 Perbandingan antara Baterai Li-thium dengan Supercapacitor
(Arora, dkk., 2004), (Kotz, dkk., 2000)

Dari Gambar I.1 dapat dilihat perbedaan dari baterai biasa dengan superkapasitor. Baterai pada umumnya terdiri dari sel elektrokimia. Sel tersebut tersusun dari dua elektroda yang dipisahkan dengan jarak tertentu yang diisi dengan elektrolit. Pada baterai ketika pengisian daya berjalan elektroda akan mengalirkan elektron dan yang lainnya akan menerimanya. Pada superkapasitor memiliki dua material yang bersifat konduktif (biasanya berupa plat) yang dilapisi dengan karbon aktif dan terbenam di dalam elektrolit. Plat tersebut mempunyai ion positif dan negatif. Ketika proses pengisian daya berjalan, ion tersebut akan terakumulasi pada permukaan plat. Penyimpanan energi pada superkapasitor terletak pada dua lapisan yang dilapisi karbon aktif tanpa adanya reaksi kimia. Hal tersebutlah yang mengakibatkan superkapasitor mampu menyimpan energi yang lebih banyak.

Dari Gambar I.1 dapat dilihat bahwa susunan dari EDLC meliputi elektroda yang dilapisi dengan karbon aktif, elektrolit, dan pemisah (*separator*). Elektrolit yang digunakan adalah *ionic liquid* (ILs). ILs dipilih sebagai elektrolit karena aman, memiliki voltasi yang tinggi, tidak beracun, dan dapat dioperasikan pada suhu yang tinggi (Mastragostino, dkk., 2009).

Supercapacitor sebagai penyimpan energi listrik pada alat transportasi listrik memiliki kelemahan yaitu ukurannya yang besar sehingga diharapkan adanya penelitian lebih lanjut yang dapat mengembangkan superkapasitor sehingga memiliki ukuran yang lebih kecil.

Pemilihan karbon sebagai elektroda superkapasitor disebabkan sifat fisika dan kimianya. Karbon memiliki sifat yang tahan terhadap korosi, stabil pada temperature yang tinggi merupakan konduktivitas yang baik, luas permukaannya yang tinggi (~1 hingga 2000 m²/g) dan harga yang murah. Elektroda karbon biasanya dicampur dengan menggunakan polytetrafluoroethylene (pTFE), poly(vinylidene dluoride) (pVdF) dan lain-lain. Karbon aktif biasanya banyak digunakan dalam pembuatan EDLC karena harganya yang murah dan dapat dibuat dengan menggunakan proses karbonasi dari material yang memiliki kandungan karbon yang tinggi (Radovic, 2001).

Sebagian besar elektroda karbon yang digunakan oleh industri baterai di Indonesia berasal dari hasil impor negara lain seperti Jepang. Namun, pada kenyataannya elektroda karbon yang digunakan dapat diganti dengan menggunakan superkapasitor yang berasal dari pemanfaatan limbah kulit durian yang melalui proses modifikasi. Penggantian elektroda karbon tersebut akan meningkatkan kualitas dari baterai yang diproduksi, selain itu juga akan mengurangi jumlah elektroda karbon yang diimpor.

Dasar pemilihan limbah kulit disebabkan karena kandungan karbonnya yang tinggi. Penggunaan limbah kulit durian sebagai bahan baku dalam pembuatan superkapasitor merupakan langkah pemanfaatan limbah yang dapat menambah nilainya. Tanaman durian dapat tumbuh dengan subur di Indonesia sebab iklimnya yang tropis. Lahan pertanian durian di Indonesia pun juga cukup luas. Pada tahun 2011, produksi tanaman durian di Indonesia dapat mencapai 883.949 ton (BPS, 2011). Angka tersebut menunjukkan jumlah yang cukup besar, sehingga jika limbah kulit durian tidak dimanfaatkan dengan cukup baik maka akan menumpuk dan mengotori lingkungan. Apalagi pemanfaatan limbah kulit durian sebagai komoditi perdagangan yaitu sebagai bahan baku industri masih relatif kecil jika dibandingkan dengan ketersediaan bahan di Indonesia. Oleh sebab itu, jika limbah kulit durian dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan superkapasitor akan mengurangi jumlah elektroda karbon yang diimport oleh industri di Indonesia.

Secara teoritis, produksi superkapasitor dari karbon aktif limbah kulit durian dapat menjadi solusi untuk mengatasi jumlah import elektroda karbon yang dilakukan oleh pabrik baterai di Indonesia. Hal tersebut disebabkan durian merupakan tanaman yang dapat tumbuh dengan subur di Indonesia dan merupakan buah favorit bagi

masyarakat karena dapat diolah menjadi produk lain. Tingginya konsumsi kulit durian mengakibatkan limbah kulit durian cukup banyak jumlahnya. Selain itu, kulit durian dapat disimpan dalam jangka waktu yang cukup lama karena kandungan air yang ada di dalamnya sedikit, sehingga produksi elektroda karbon dari kulit durian tidak tergantung pada musim panennya.

Pabrik elektroda karbon dari kulit durian yang digunakan untuk pembuatan superkapasitor ini mempunyai potensi besar untuk dikembangkan, hal ini disebabkan karena di Indonesia belum ada pabrik yang memproduksi elektroda karbon dan menggunakannya dalam superkapasitor. Jika pabrik ini didirikan akan mampu mengurangi jumlah import dari elektroda karbon serta mampu memanfaatkan limbah kulit duriannya.

I.2. Sifat-Sifat Bahan Baku dan Produk

I.2.1. Bahan Baku Utama

Dalam proses produksi *electrochemical double-layer capacitor* dari kulit durian sebagai elektroda karbon, bahan baku utama yang digunakan adalah kulit durian.

Tanaman durian termasuk dalam family Bonbaceae dan genus Durio. Nama ilmiah dari tanaman durian adalah *Durio zibethinus Murr* (Plantamor, 2010). Berikut ini adalah Gambar I.2 yang menunjukkan gambar dari tanaman durian.



Gambar I.2 Tanaman Durian (Subhannudin, 2012)

Pohon durian merupakan pohon yang memiliki ketinggian mencapai 27-40 meter. Pohon durian memiliki ciri-ciri: akarnya termasuk ke dalam golongan akar tunggang; batangnya berkayu, silindris, tegak, kulit pecah – pecah, permukaannya kasar, percabangan simpodial, bercabang banyak, dan arah mendatar; daunnya tunggal, bertangkai pendek, tersusun berseling, permukaan atas berwarna hijau tua dan bawah berwarna coklat kekuningan, panjangnya 6,5 – 25 cm, lebarnya 3 – 5 cm, permukaan atas mengkilat; bunganya muncul di batang atau cabang; buahnya bulat atau lonjong, dengan kulit yang dipenuhi duri (Prihatman, 2000).

Tanaman durian akan tumbuh dengan baik di daerah yang memiliki kondisi curah hujan berkisar antara 1500 – 3500 mm/tahun, temperature maksimum 20 - 30°C, cocok pada tanah dengan ketinggian 800 m di atas permukaan laut, serta dapat tumbuh di tanah yang subur, tanah grumosol, ondosol dengan derajat keasaman antara 5 – 7 (Plantamor, 2010). Berikut ini adalah Gambar I.3 yang menunjukkan gambar dari buah durian.



Gambar I.3 Buah Durian (Azmi, 2013)

Bagi masyarakat umumnya tanaman durian ini dimanfaatkan dari batangnya, bijinya, kulitnya, hingga buahnya. Tanaman durian dimanfaatkan sebagai pencegah erosi pada lahan yang miring, batangnya digunakan sebagai bahan bangunan, bijinya memiliki kandungan pati yang cukup tinggi sehingga berpotensi sebagai alternatif pengganti makanan, kulitnya digunakan sebagai abu gosok, dan buahnya digunakan sebagai makanan buah segar ataupun olahan lainnya (Prihatman, 2000).

Kulit durian merupakan bahan yang berpotensi untuk dikembangkan menjadi karbon aktif alami. Hal ini dikarenakan kulit durian memiliki kandungan senyawa karbon yang cukup tinggi. Berikut ini adalah

Tabel I.1 yang menunjukkan komposisi dari kulit durian.

Tabel I.1 Komposisi Kulit Durian

Komponen	% massa
Kadar abu	2,52
Kadar air	5,53
Bahan volatil	69,59
Campuran karbon	22,36

Durian adalah salah satu produk pertanian yang banyak dihasilkan di Negara Indonesia. Hal ini ditunjukkan bahwa pada tahun 2011, produksi nasional mencapai 883.949 ton buah (BPS, 2011). Produksi buah tersebut menduduki posisi tertinggi ke tiga setelah buah nanas dan manggis. Buah durian terdiri dari 60 – 75% limbah yang berupa kulit durian (Plantamor, 2010). Pemanfaatan limbah kulit durian cukup rendah, sehingga akan menjadi sampah yang akan menjadi banyak dan menumpuk.

Pemanfaatan kulit durian masih sangat kurang. Kebanyakan kulit durian dimanfaatkan menjadi abu gosok (Prihatman, 2000). Melihat komposisi karbon yang cukup tinggi pada kulit durian maka kulit durian dapat berpotensi digunakan sebagai sumber karbon aktif alami.

Bahan-bahan yang mengandung karbon tersebut selanjutnya akan diimpregnasi dengan menggunakan kalium hidroksida dan kemudian akan dikarbonasi dengan menggunakan suhu 800K. Karbon aktif inilah yang akan digunakan sebagai bahan baku utama. Karbon aktif biasanya digunakan sebagai pembuatan EDLC karena harganya yang relatif lebih murah dan mempunyai luas permukaan yang besar. Proses aktivasi dengan menggunakan kalium hidroksida dilakukan untuk memodifikasi permukaannya.

Karbon aktif yang telah terbentuk selanjutnya dicampur dengan menggunakan binder seperti polytetrafluoroethylene (PTFE) dan poly(vinylidene fluoride) (PVdF) agar terbentuk pasta.

I.2.2. Bahan Baku Pendukung

Dalam proses produksi elektroda karbon untuk *electrochemical double-layer capacitor* dari kulit durian dibutuhkan beberapa bahan baku pendukung antara lain sebagai berikut:

I.2.2.1. Kalium Hidroksida

Kalium hidroksida adalah senyawa anorganik dengan rumus KOH. Kalium hidroksida juga dikenal dengan kalium hidrat. Kalium hidroksida dapat ditemukan dalam keadaan murni dengan mereaksikan natrium hidroksida dengan kalium. Kalium hidroksida dapat saling melekat jika berada di udara karena bersifat higroskopis. Dalam kelarutannya, kalium hidroksida dapat terlarut di dalam air namun akan menghasilkan panas reaksi eksotermis (ScienceLab, 2011). Berikut ini adalah Tabel I.2 yang menunjukkan sifat fisika dan kimia dari kalium hidroksida.

Tabel I.2 Sifat Kimia dan Fisika Kalium Hidrosida (Zhou, 2010)

Sifat	Keterangan
Rumus molekul	KOH
Massa molar	56,1056 g/mol
Warna	Putih
Densitas	2,044 g/cm ³
Kelarutan dalam air	97 g/100 mL (0 °C) 121 g/100 mL (25 °C) 178 g/100 mL (100 °C)
Keasaman (pKa)	13.5
Titik leleh	406 °C
Titik didih	1327 °C
Fase	Padat

Dari Tabel I.2 dapat dilihat mengenai karakteristik kimia dan fisika dari kalium hidroksida yang cenderung mudah terlarut di dalam air serta titik didihnya yang tinggi. Kalium hidroksida ketika bereaksi dengan air menghasilkan reaksi eksotermis sehingga pengaturan suhu perlu untuk dilakukan.

Kalium hidroksida digunakan dalam tahap impregnasi karena dengan adanya kalium hidroksida maka pembentukan tar dan komponen volatil dapat dihambat sehingga dapat mencapai konversi pembentukan karbon yang tinggi. Berikut ini adalah Gambar I.4 yang menunjukkan bentuk dari kalium hidroksida



Gambar I.4 Kalium Hidroksida (Holleman, dkk., 2001)

I.2.2.2. Polytetrafluoroethylene

Polytetrafluoroethylene merupakan bahan sintetik yang sangat kuat. Polytetrafluoroethylene atau PTFE umumnya berwarna putih. PTFE mempunyai karakteristik yang tahan terhadap panas hingga kira-kira 250°C , sehingga di atas suhu itu PTFE akan melunak (Rahayu, 2009).

PTFE yang digunakan dalam proses pembuatan elektroda karbon untuk superkapasitor berperan sebagai bahan pengikat sehingga akan menghasilkan bentuk pasta. PTFE yang digunakan adalah jenis yang khusus dan berbeda dari PTFE yang umumnya karena hanya mengandung 60% PTFE. Jenis PTFE itu dikenal dengan nama PTFE DISP 30 yang berbentuk larutan putih susu dan terdispersi pada suftaktan non-ionik (DuPont, 2013).

PTFE DISP 30 biasanya digunakan sebagai pelapis, impregnasi, dan bahan pengikat. Bahan pengikat adalah suatu bahan yang dapat mencampur material dengan material yang lain. PTFE DISP 30 bersifat inert pada semua bahan kimia industri dan pelarut, stabil pada suhu yang tinggi, memiliki sifat dielektrik yang baik, memiliki koefisien gesekan yang rendah pada setiap bahan padat, tahan terhadap cuaca, dan memiliki karakteristik yang tidak lengket. Berikut ini adalah Tabel I.3 yang menunjukkan mengenai karakteristik dari PTFE DISP 30.

Tabel I.3 Sifat Kimia dan Fisika dari PTFE DISP 30 (DuPont, 2013)

Sifat	Keterangan
Kandungan padatan	60%
Densitas	1,51 g/cm ³
Kandungan surfaktan	6%
Ukuran partikel	0,220 µm
Keasaman (pH)	10
<i>Specific gravity</i>	2,220
Viskositas	25 mPa.s

Dari Tabel I.3 dapat diketahui karakteristik kimia dan fisika dari PTFE DISP 30 yang hanya mengandung 60% padatan PTFE dan bersifat larutan sehingga sangat baik untuk digunakan sebagai bahan pengikat pada karbon aktif. Berikut ini adalah Gambar I.5 yang menunjukkan PTFE *dispersion*.

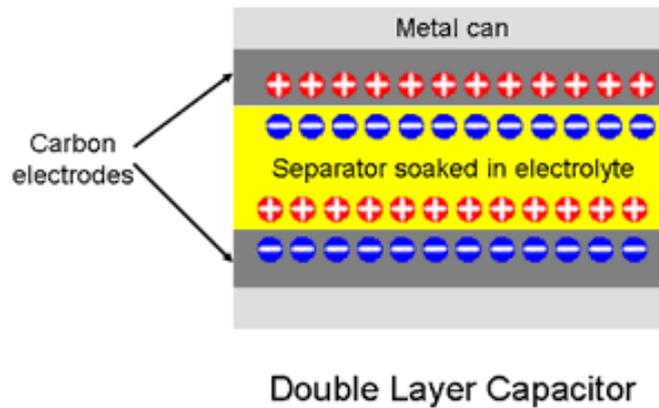


Gambar I.5 PTFE *Dispersion* (DuPont, 2013)

I.2.3. Produk Superkapasitor

Produk yang dihasilkan adalah superkapasitor yang nantinya digunakan sebagai pengganti elektroda karbon yang digunakan pada baterai. Superkapasitor biasanya dikenal dengan ultrakapasitor atau *double-layer capacitor* yang berbeda dari kapasitor biasanya, superkapasitor memiliki kapasitansi yang tinggi (Buchmann, 2010). Kapasitor menyimpan energi dalam bentuk elektrostatik yang berbeda dengan baterai yang menyimpannya dalam bentuk kimia, dengan tidak ada pengaruh secara kimia mengakibatkan superkapasitor memiliki siklus pengisian yang panjang (Lawson, 2012).

Superkapasitor memiliki fisik yang hampir sama dengan baterai. Namun, superkapasitor memiliki konstruksi *double layer* yang terdiri dari 2 karbon elektroda karbon yang terbenam dalam elektrolit organik. Struktur dari superkapasitor dapat dilihat pada Gambar I.6



Gambar I.6 Struktur Superkapasitor (Lawson, 2012)

Dari Gambar I.6 dapat dilihat bahwa EDLC terdiri dari dua elektroda dengan luas permukaan yang tinggi. Pada EDLC setiap elektroda bertindak sebagai kapasitor sehingga dapat dianggap bahwa EDLC memiliki dua kapasitor yang terhubung secara seri.

Selama proses pengisian berlangsung, ion muatan listrik dalam elektrolit berpindah ke arah polaritas pada elektroda yang berlawanan. Meskipun mirip dengan baterai, lapisan ganda kapasitor tergantung pada tindakan elektrostatis. Superkapasitor tidak bergantung pada pengaruh kimia sehingga bersifat *reversible* dan memiliki hingga ratusan ribu siklus pengisian (Buchmann, 2010). Berikut ini adalah Tabel I.4 yang menunjukkan karakteristik dari superkapasitor.

Tabel I.4 Karakteristik Superkapasitor

Keterangan	Superkapasitor	Lithium-ion
Waktu pengisian	1 – 10 detik	10 – 60 menit
Siklus pengisian	1 juta – 300.000	500
Voltasi sel	2,3 – 2,75 V	3,6 – 3,7 V
Spesifik energi (Wh/kg)	5	100 – 200
Spesifik power (W/kg)	Min 10.000	1.000 – 3.000
Suhu pengisian	-40 - 65°C	0 - 45°C
Suhu pengosongan	-40 - 65°C	-20 - 60°C

Dari Tabel I.4 menunjukkan bahwa karakteristik dari superkapasitor memiliki keunggulan jika dibandingkan dengan baterai biasa. Namun hal yang paling menonjol adalah waktu pengisiannya yang sangat cepat jika dibandingkan dengan baterai.

I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk

Produk yang dihasilkan dari prarencana pabrik *electrochemical double-layer capacitor* ini adalah superkapasitor. Berikut ini adalah kegunaan dan keunggulannya:

I.3.1. Kegunaan Superkapasitor

Superkapasitor dapat diaplikasikan secara luas dalam berbagai bidang seperti bidang automotif, transportasi, dan industri. Superkapasitor dimanfaatkan sebagai penyimpanan energi karena memiliki kemampuan yang baik, bebas biaya perawatan, dan lebih tahan lama. Superkapasitor juga digunakan untuk meningkatkan kualitas dari daya yang tersedia, yang diaplikasikan pada turbin angin untuk mengontrol *pitch*-nya. Selain itu, superkapasitor juga dimanfaatkan untuk menyediakan tegangan karena daya yang dibutuhkan sangat tinggi tetapi sumber daya utamanya tidak mampu untuk menyediakan seluruh daya yang dibutuhkan, contohnya aplikasi pada elevator (Solonics, 2010).

Pemanfaatan superkapasitor sebagai transportasi telah direalisasikan di China pada tahun 2005 yaitu sebagai bus listrik. Bus listrik tersebut akan diisi dayanya secara cepat ketika bus berhenti di tempat pemberhentian bus (Sharma, 2013). Berikut ini adalah Gambar I.7 yang menunjukkan aplikasi dari penggunaan superkapasitor sebagai cadangan daya.



Gambar I.7 Aplikasi Superkapasitor (Maxwell, 2009)

(a) Airbus A380, (b) Bidang Industri, dan (c) Bus

Dari Gambar I.7 menunjukkan penggunaan dari superkapasitor, penggunaan superkapasitor pada Airbus A380 sebagai penyimpan cadangan daya yang mampu bertahan hingga 25 tahun. Sementara penggunaan superkapasitor pada industri sudah mulai dioperasikan sejak tahun 2003 di Wilhelmshafen. Pemanfaatan superkapasitor juga dilakukan pada *hybrid buses* sebagai cadangan daya yang akan membantu ketika daya yang tersedia sudah mulai habis.

I.3.2. Keunggulan Superkapasitor

Superkapasitor yang dihasilkan dari karbon aktif kulit durian memiliki beberapa keunggulan, antara lain:

1. Superkapasitor memiliki ukuran yang kecil, namun daya penyimpanan energinya besar (Solonics, 2012).
2. Kulit durian sebagai bahan utama berasal dari limbah pertanian yang belum dimanfaatkan sehingga dapat memberikan nilai tambah (Anonim, 2012).
3. Proses pembuatan superkapasitor dari kulit durian relatif mudah dan sederhana dengan bahan baku yang mudah diperoleh dan murah (Solonics, 2012).
4. Superkapasitor memiliki waktu hidup yang relatif lebih lama karena memiliki siklus pengisian hingga mencapai ratusan ribu siklus. Hal ini mengakibatkan superkapasitor lebih ramah lingkungan jika dibandingkan dengan baterai komersial yang hanya memiliki 200 sampai 100 siklus pengisian saja (Anonim, 2012).
5. Kulit durian yang digunakan sebagai karbon aktif memiliki toksisitas bahan yang rendah sehingga aman untuk lingkungan.
6. Superkapasitor berasal dari bahan yang terbarukan dan bersifat *biodegradable* sehingga ramah terhadap lingkungan (Anonim, 2012).
7. Superkapasitor memiliki impedansi yang rendah, sehingga dapat memberikan tegangan yang lebih besar dan dapat menghasilkan arus yang lebih besar (Anonim, 2012).
8. Superkapasitor memiliki waktu pengisian yang cepat (Solonics, 2010).

I.4. Ketersediaan Bahan Baku dan Analisis Pasar

I.4.1. Penyediaan Bahan Baku Kulit Durian

Durian merupakan buah yang tumbuh dengan baik di Indonesia, hal ini ditunjukkan dengan produksi buah durian yang berada pada posisi ketiga dengan jumlah mencapai hingga 883.969 ton pada tahun 2011. Selain buah yang dapat dimakan secara langsung, buah juga dapat diolah menjadi makanan lain seperti sebagai bahan pelengkap dalam pembuatan kue basah, minuman ringan, dan bahkan kembang gula.

Bahan baku dari pabrik elektroda karbon ini akan dipenuhi oleh industri menengah dan besar yang ada di Indonesia. Berikut ini adalah Tabel I.5 yang menunjukkan jumlah buah durian yang digunakan dalam industri menengah dan besar tersebut.

Tabel I.5 Konsumsi Buah Durian pada Industri Menengah dan Besar di Indonesia

Tahun	Konsumsi Buah Durian (ton)	Limbah Kulit Durian (ton)
2008 (BPS, 2009)	272.929,2	204.696,9
2009 (BPS, 2010)	319.119,2	239.339,4
2010 (BPS, 2011)	196.855,6	147.641,7
2011 (BPS, 2012)	353.579,6	265.184,7
2012 (BPS, 2013)	355.252	266.439

Dari data pada Tabel I.5 dapat dilakukan regresi linear dan ditemukan bahwa:

$$Y = 14.933 X + 179.861$$

Dimana: Y adalah total limbah kulit durian (ton)

X adalah tahun ke-n

Pabrik elektroda karbon dari kulit durian akan didirikan pada tahun 2016 (tahun ke-10) sehingga dapat diperkirakan ketersediaan bahan bakunya yaitu mencapai:

$$\begin{aligned} Y &= 14.933 (10) + 179.861 \\ &= 329.191 \text{ ton} \end{aligned}$$

Sedangkan, di Jawa Timur konsumsi buah durian untuk industri menengah dan industri besar juga termasuk banyak. Berikut ini adalah yang menunjukkan jumlah konsumsi buah durian oleh industri.

Tabel I.6 Konsumsi Buah Durian pada Industri Menengah dan Besar di Jawa Timur

Tahun	Konsumsi Buah Durian (ton)	Limbah Kulit Durian (ton)
2008 (BPS, 2009)	40.313,6	30.235,2
2009 (BPS, 2010)	56.608,8	42.456,6
2010 (BPS, 2011)	34.814,8	26.111,1
2011 (BPS, 2012)	131.240	98.430
2012 (BPS, 2013)	63.336,4	47.502,3

Dari data Tabel I.6 dapat dilakukan regresi linear dan ditemukan bahwa:

$$Y = 9.050,8 X + 21.795$$

Dimana: Y adalah total limbah kulit durian (ton)

X adalah tahun ke-n

Tujuan dilakukannya regresi linear untuk memprediksi ketersediaan limbah kulit durian pada tahun yang akan datang. Pabrik elektroda karbon dari kulit durian akan didirikan pada tahun 2016 (tahun ke-10) sehingga dapat diperkirakan ketersediaan bahan bakunya yaitu mencapai:

$$Y = 9.050,8 (10) + 21.795$$

$$= 112.303 \text{ ton}$$

Jadi dapat disimpulkan bahwa ketersediaan bahan baku yang berupa kulit durian untuk pabrik elektroda karbon masih mencukupi.

I.4.2. Analisis Pasar

Elektroda karbon yang dihasilkan dari pabrik ini akan digunakan sebagai elektroda karbon yang terdapat pada baterai. Namun seiring dengan kemajuan teknologi, nantinya elektroda yang diproduksi tidak hanya digunakan pada baterai saja melainkan dapat diaplikasikan secara luas misalnya pada transportasi listrik. Meninjau bahwa elektroda karbon yang digunakan pada industri pabrik sekarang ini merupakan barang yang diimport, sehingga diharapkan dengan adanya pabrik ini dapat mengurangi jumlah elektroda karbon yang diimport.

Berikut ini adalah Tabel I.7 yang menunjukkan data import elektroda karbon yang dilakukan oleh Indonesia.

Tabel I.7 Import Elektroda Karbon Oleh Indonesia

Tahun	Total (kg)
2008	8.262.227
2009	8.492.219
2010	12.082.988
2011	14.669.704
2012	18.223.815

Dari data pada Tabel I.7 dapat dilakukan regresi linear dan ditemukan bahwa:

$$Y = 3 \times 10^6 X + 5 \times 10^6$$

Dimana: Y adalah total import elektroda karbon (kg)

X adalah tahun ke-n

Tujuan dilakukannya regresi linear untuk memprediksi ketersediaan limbah kulit durian pada tahun yang akan datang. Pabrik elektroda karbon dari kulit durian akan didirikan pada tahun 2016 (tahun ke-10) sehingga dapat diperkirakan import elektroda karbon yaitu mencapai:

$$\begin{aligned} Y &= 3 \times 10^6 (10) + 5 \times 10^6 \\ &= 35.000.000 \text{ kg} \approx 35.000 \text{ ton} \end{aligned}$$

Jadi, pada tahun 2016 diperkirakan jumlah import elektroda karbon di Indonesia mencapai 35.000 ton. Kapasitas produksi pabrik elektroda karbon dari kulit durian ini akan direncanakan untuk memenuhi sebesar 5,15% dari total kebutuhan elektroda di Indonesia. Sehingga, kapasitas produksi dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Produksi} &= 0,0515 \times 35000 \text{ ton elektroda karbon} \\ &= 1799,314 \text{ ton elektroda karbon/tahun} \\ &= 1.800 \text{ ton elektroda karbon/tahun} \end{aligned}$$